รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ระบบควบคุมฝายพับได้อ่างเก็บน้ำห้วยสามพาด
Control System of Flap Gate Weir at Huai Sam Phat Reservoir

นายจิรวัฒน์ สิงตะบุตร
นายชุติพนธ์ จิตรมา

หลักสูตรวิศวกรรมระบบควบคุม
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา ระบบควบคุมฝายพับได้อ่างเก็บน้ำห้วยสามพาด
นักศึกษา นายจิรวัฒน์ สิงตะบุตร์ และ นายชุติพนธ์ จิตรมา
ภาควิชา วิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะ วิศวกรรมศาสตร์
อาจารย์นิเทศ รศ.ดร.วรรณดี เพชรมณีล้ำค่า
ผู้นิเทศงาน คุณคณาเดช พิสุทธิ์พิบูลวงศ์ และ คุณรพิภัสม์ โชติสุริยอัครกุล
สถานประกอบการ บริษัท ออโตเมชั่น คอนโทรล ซีสเทมส์ กรุ๊ป จำกัด

บทคัดย่อ

โครงงานสหกิจศึกษาเล่มนี้นำเสนอการจัดทำระบบควบคุมแบบอัตโนมัติของฝายพับได้สามบานของอ่างเก็บน้ำห้วยสามพาด อันเนื่องมาจากพระราชดำริ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ซึ่งได้จัดทำในส่วนการออกแบบโต๊ะควบคุม ตู้ไฟ รวมถึงการเขียนแบบทางไฟฟ้า และการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบ ซึ่งการทำงานของฝายพับสามารถควบคุมผ่านโต๊ะควบคุม (Control Desk) หรือสั่งการทางเว็บไซต์ โดยการทำงานของระบบควบคุมนั้นถูกควบคุมด้วยพีแอลซี รุ่น SIMATIC S7-1200 ซึ่งจะทำการประมวลผลแล้วส่งสัญญาณไปที่ชุดต้นกำลัง เพื่อควบคุมการเปิด-ปิดบานฝายพับตามความต้องการของผู้ใช้งาน โดยโครงสร้างและการทำงานของฝายพับได้จะเหมือนกันทั้งสามบาน ซึ่งมีโหมดการควบคุมสามแบบ คือ ระบบควบคุมโดยผู้ปฏิบัติการ (Manual Mode) ระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ (Auto Mode) และระบบควบคุมจากระยะไกล (Remote Mode) ซึ่งโหมดการควบคุมโดยผู้ปฏิบัติการและการควบคุมแบบอัตโนมัติจะต้องใช้ Electronic-Key ในการเข้าควบคุมระบบ ผลการทดสอบจากการ Simulation โปรแกรมสามารถนำไปใช้ควบคุมการทำงานของฝายพับได้ทุกประการ

คำสำคัญ : พีแอลซี, Electronic-Key, ระบบควบคุมอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title	Control System of Flap Gate Weir at Huai Sam Phat Reservoir
Student	Mr.Jirawat Singtabut and Mr.Chutipon Jitma
Department	Instrumentation and Control Engineering
Faculty	Engineering
Advisor	Assoc.Prof.Dr.Wandee Petchmaneelumka
Mentor	Mr.Kanadetch Pisutpiboonwong and Mr.Rapiphat Choatsuriyaaukkarakul
Company	Automation Control System Group Co.,Ltd.

ABSTRACT

This cooperative education project presents an automatic control system of three folded weir of Huai Sam Phat Reservoir due to the royal initiative. To increase the efficiency of water resource management, which has been prepared in the design of the control cabinet, light cabinet, including electrical blueprint drawings and controlling system operation program. The work of folding weir can be controlled via the Control Desk or via the website. The operation of the control system is controlled by PLC SIMATIC S7-1200 which process and send signal to the power source, in order to control the opening and closing of the weir according to the user's needs. The structure and function of the folding weir are the same on all three panels. There are three control modes: Manual Mode, Auto Mode, and Remote Mode. A manual mode and auto mode must use Electronic-Key to take control of the system. The test results from the simulation program found that the operation can be used to control the weir in all respects.

Keywords : PLC, Electronic-Key, Automatic Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการสหกิจศึกษาเรื่องระบบควบคุมฝายพับได้อ่างเก็บน้ำห้วยสามพาดสำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากบริษัท ออโตเมชั่น คอนโทรล ซีสเทมส์ กรุ๊ป จำกัด และขอขอบคุณบุคลากรในบริษัททุกคนที่มอบความรู้ทั้งด้านทฤษฎีและการปฏิบัติหน้างานประสบการณ์การทำงาน คำชี้แนะและแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้อง ตลอดระยะเวลาสหกิจศึกษา

ขอขอบคุณ คุณพิพัฒน์ พิสุทธิ์พิบูลวงศ์ คุณคณาเดช พิสุทธิ์พิบูลวงศ์ คุณชโลธร เกิดทวีและคุณรพิภัสม์ โชติสุริยอัครกุล พนักงานที่ปรึกษาที่คอยกำกับดูแล ให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางการแก้ปัญหาในการทำงานและการใช้ชีวิตร่วมกับผู้อื่น รวมทั้งควบคุมงานให้เสร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณ รศ.ดร.วรรณดี เพชรมณีล้ำค่า อาจารย์นิเทศที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือผู้จัดทำมาตลอด ขอขอบคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุมทุกท่านที่ได้สอนและให้ความรู้อันเป็นประโยชน์ในโครงการสหกิจศึกษาครั้งนี้หรือการทำงานในอนาคต

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณครอบครัว สำหรับการสนับสนุนและให้กำลังใจในทุก ๆ ด้าน จนโครงการเล่มนี้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

จิรวัฒน์ สิงตะบุตร์
ชุติพนธ์ จิตรมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญรูปภาพ VII
สารบัญตาราง X
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2
1.4 วิธีดำเนินการของโครงงาน 3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 5
2.1 ระบบไฮดรอลิก (Hydraulic System) 5
2.1.1 อุปกรณ์และส่วนประกอบของระบบไฮดรอลิก 5
2.1.1.1 ปั๊มไฮดรอลิก (Hydraulic Pump) 5
2.1.1.2 กระบอกสูบไฮดรอลิก (Hydraulic Cylinder) 5
2.1.1.3 มอเตอร์ไฮดรอลิก (Hydraulic Motor) 6
2.1.1.4 ถังน้ำมันไฮดรอลิก 7
2.2 Encoder 8
2.2.1 Incremental Encoder 8
2.2.2 Absolute Encoder 9
2.2.3 การสื่อสารของ ABSOCODER 10
2.3 Hydrostatic Level Sensor 11
2.4 พีแอลซี (Programmable Logic Controller) 12
2.4.1 โครงสร้างของ PLC 12
2.4.1.1 ซีพียู (Central Process Unit : CPU) 12
2.4.1.2 หน่วยความจำ (Memory Unit) 13
2.4.1.3 ภาคอินพุต (Input Unit) 13
2.4.1.4 ภาคเอาต์พุต (Output Unit) 14
2.4.1.5 ภาคแหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply Unit) 14
2.4.2 ชนิดของ PLC 15
2.4.2.1 PLC ชนิดบล็อก (Block Type PLCs) 15
2.4.2.2 PLC ชนิดโมดูล (Modular Type PLCs) หรือแร็ค (Rack Type PLCs) 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4.3 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมพีแอลซี 16
2.4.3.1 ภาษาที่เป็นผังการไหลที่เป็นลำดับ 16
2.4.3.2 ภาษาที่เป็นไดอะแกรมแลดเดอร์ 17
2.4.3.3 ภาษาที่เป็นไดอะแกรมแบบฟังก์ชันแผนภาพ 17
2.4.3.4 ภาษาที่เป็นรายการคำสั่งรายการข้อความ 18
2.4.3.5 ภาษาที่เป็นข้อความแบบโครงสร้าง 18
2.5 Industrial PC 19
2.6 EKS (Electronic Key System) 20
2.6.1 ฟังก์ชันของ EKS 20
2.6.1.1 ฟังก์ชันของสวิตซ์ DIP 21
2.6.2 สถานะการทำงาน (Operating State) 22
2.6.2.1 Operating State 0 22
2.6.2.2 Operating State 1 23
2.7 รีดสวิตซ์ 24
2.8 การสื่อสาร (Communication) 25
2.8.1 สัญญาณอนาล็อก (Analog Signal) 25
2.8.2 สัญญาณดิจิตอล (Digital signal) 26
2.8.3 PROFINET Protocol 27
2.8.4 PROFIBUS Protocol 27
2.8.5 มาตรฐาน RS-232 27
2.8.6 TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) 28
2.8.7 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Data Transmission Communication) 29
2.8.8 การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous Transmission) 30
2.8.9 การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous Transmission) 30
2.9 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง 31
2.9.1 โปรแกรม AutoCAD 2018 31
2.9.2 โปรแกรม TIA Portal V14 32
2.9.3 โปรแกรม Electronic Key Manager 32
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ 33
3.1 กล่าวนำ 33
3.2 โครงสร้างของฝายพับได้ 33
3.2.1 ส่วนประกอบของฝายพับได้ 33
3.2.2 ขั้นตอนการทำงานของฝายพับได้ 34
3.3 แนวคิดการออกแบบโต๊ะควบคุม 34
3.4 จัดทำ BOM (Bills of Materials) ของโต๊ะควบคุม 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.5 เขียนแบบโต๊ะควบคุมและแบบทางไฟฟ้าของโต๊ะควบคุม 38
3.5.1 ส่วนหน้าโต๊ะควบคุม 38
3.5.2 ส่วนภายในโต๊ะควบคุม 39
3.6 แนวคิดการออกแบบตู้ MDB 41
3.7 จัดทำ BOM (Bills of Materials) ของตู้ MDB 42
3.8 เขียนแบบตู้ MDB และแบบทางไฟฟ้าของตู้ MDB 44
3.9 ระบบควบคุม (Control Mode) 45
3.9.1 การควบคุมโดยผู้ปฏิบัติงาน (Manual Mode) 45
3.9.2 การควบคุมแบบอัตโนมัติ (Auto Mode) 46
3.9.3 การควบคุมระยะไกล (Remote Mode) 47
3.9.4 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของแต่ละโหมดควบคุม 48
3.10 ส่วนเว็บแอพพลิเคชั่น (Web Application) 52
3.10.1 การกำหนดรูปแบบผู้ใช้งาน 52
3.10.2 การออกแบบหน้าเว็บ 53
3.10.3 กำหนด Array ที่ใช้เชื่อมต่อเว็บ 54
3.11 ส่วนการกำหนดระดับการเข้าใช้งานผ่าน EKS (Electronic Key System) 56
3.11.1 การเขียนข้อมูลลงบน Electronic-Keys 56
3.12 ส่วนการเขียนโปรแกรมควบคุมระบบ 58
3.12.1 ส่วนโปรแกรม (Programming) 58
3.12.2 ส่วนหน้าจอแสดงผลและควบคุม (HMI) 65
บทที่ 4 ผลการดำเนินการ 69
4.1 ผลการออกแบบโต๊ะควบคุม 69
4.2 ผลการออกแบบตู้ (MDB (Main Distribution Board) 70
4.3 ผลการเขียนโปรแกรมการทำงานของ PLC และหน้าจอ HMI 71
4.4 ผลการทดสอบการทำงานของ EKS (Electronic Key System) ร่วมกับ PLC 74
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินการและข้อเสนอแนะ 75
5.1 สรุปผลการดำเนินการ 75
5.2 ปัญหาที่พบและวิธีการแก้ไขปัญหา 75
5.2.1 ปัญหาที่พบ 75
5.2.2 วิธีการแก้ไขปัญหา 75
5.3 ข้อเสนอแนะ 76
เอกสารอ้างอิง 77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

ภาพที่ **หน้า**

1.1 ฝายยางที่ต้องการปรับปรุง 1
1.2 ฝายพับและอาคารควบคุมขณะก่อสร้าง 3
2.1 ปั๊มไฮดรอลิก 5
2.2 กระบอกสูบแบบ Single Acting 6
2.3 กระบอกสูบแบบ Double Acting 6
2.4 มอเตอร์ไฮดรอลิกแบบต่าง ๆ 7
2.5 ถังน้ำมันไฮดรอลิก 7
2.6 ส่วนประกอบของ Incremental Encoder / Rotary Encoder 8
2.7 ตัวอย่างสัญญาณพัลส์เอาต์พุตของ Incremental Encoder 8
2.8 ส่วนประกอบของ Absolute Encoder 9
2.9 ตัวอย่างสัญญาณบิตเอาต์พุตของ Absolute Encoder 9
2.10 การสื่อสารของ Absolute Encoder 11
2.11 หลักการของเซนเซอร์วัดระดับน้ำ 11
2.12 โครงสร้างของ PLC 12
2.13 อุปกรณ์อินพุตต่าง ๆ 13
2.14 กลุ่มอุปกรณ์ที่ต่อกับภาคเอาต์พุตของ PLC 14
2.15 ไดอะแกรมแหล่งจ่ายไฟของ PLC 15
2.16 PLC ยี่ห้อ Siemens รุ่น S7-1200 พร้อม Module Digital Output 15
2.17 PLC ยี่ห้อ Siemens รุ่น S7-1500 16
2.18 Sequential Flow Chart Language 17
2.19 Ladder Diagram Language 17
2.20 Functional Block Diagram 18
2.21 Instruction List Language Statement List 18
2.22 Structured Text 19
2.23 SIMATIC IPC427 19
2.24 Electronic-Key และ Electronic Key Adapter 20
2.25 อินเตอร์เฟซขนาด 4 บิตแบบขนานพร้อม Strobe 20
2.26 การตั้งค่าสวิตช์ DIP และรหัสการเข้าถึงบน Electronic-Key 21
2.27 สวิตช์ DIP บนเครื่องอ่านชิปอิเล็กทรอนิกส์ 22
2.28 ตัวอย่างการใช้งานด้วยสถานะการทำงาน 0 22
2.29 ตัวอย่างการใช้งานด้วยสถานะการทำงาน 1 23
2.30 ตัวอย่างของรีดสวิตช์ 24
2.31 การติดตั้งรีดสวิตช์บนกระบอกสูบ 24
2.32 สัญญาณอนาล็อก 25
2.33 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวัดและสัญญาณกระแสมาตรฐาน 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

2.34 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวัดและแรงดันไฟฟ้ามาตรฐาน 26
2.35 สัญญาณดิจิตอล 27
2.36 รูปแบบการส่งข้อมูลโดย RS-232 ผ่านโมเด็มอนาล็อก 28
2.37 ชุดโปโตคอล TCP/IP เทียบเคียงกับโมเดล OSI 29
2.38 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Data Transmission Communication) 29
2.39 การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous Transmission) 30
2.40 การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous Transmission) 31
2.41 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ออกแบบโต๊ะควบคุมและตู้ MDB 31
2.42 ซอฟต์แวร์ที่ใช้เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของฝายพับได้ 32
2.43 ซอฟต์แวร์ที่ใช้เขียน Electronic-Keys 32
3.1 โครงสร้างของฝายพับได้ 33
3.2 แนวคิดหลัก (Concept) ของการออกแบบโต๊ะควบคุม (Control desk) 35
3.3 การจัดวางอุปกรณ์หน้าโต๊ะควบคุม 39
3.4 การกำหนดขนาดรูของอุปกรณ์หน้าโต๊ะควบคุม 39
3.5 การจัดวางอุปกรณ์ภายในโต๊ะควบคุม 40
3.6 ตัวอย่างการออกแบบโครงสร้างของโต๊ะ 40
3.7 ตัวอย่างการออกแบบทางไฟฟ้าของโต๊ะควบคุม 41
3.8 แนวคิดหลัก (Concept) ของการออกแบบตู้ MDB (Main Distribution Board) 42
3.9 การจัดวางอุปกรณ์หน้าตู้ MDB และการกำหนดขนาดรูอุปกรณ์ 44
3.10 การจัดวางอุปกรณ์ภายในตู้ MDB 44
3.11 ตัวอย่างการออกแบบทางไฟฟ้าของตู้ MDB 45
3.12 Block Diagram การสั่งเปิด-ปิดฝายพับ 3 บานของโหมดควบคุมโดยผู้ปฏิบัติงาน 45
3.13 Block Diagram การสั่งล็อก-ปลดล็อกบานของโหมดควบคุมโดยผู้ปฏิบัติงาน 46
3.14 Block Diagram การสั่งเปิด-ปิดฝายพับ 3 บานของโหมดควบคุมแบบอัตโนมัติ 46
3.15 Block Diagram การสั่งล็อก-ปลดล็อกบานของโหมดควบคุมแบบอัตโนมัติ 46
3.16 Block Diagram การสั่งเปิด-ปิดฝายพับ 3 บานของโหมดควบคุมระยะไกล 47
3.17 Block Diagram การสั่งล็อก-ปลดล็อกบานของโหมดควบคุมแบบอัตโนมัติ 47
3.18 แผนผังแสดงขั้นตอนการเริ่มต้นระบบและเลือกโหมดการทำงาน 48
3.19 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของฝายพับได้แบบ Remote mode 49
3.20 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของฝายพับได้แบบ Auto mode 50
3.21 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของฝายพับได้แบบ Manual mode 51
3.22 ตัวอย่างหน้าเว็บที่ออกแบบ 53
3.23 เครื่องที่ใช้เขียน Electronic-Keys 57
3.24 ขั้นตอนการเขียน Electronic-Keys ด้วยโปรแกรม Electronic Key Manager 57
3.25 ไอคอนของโปรแกรม TIA Portal V14 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.26 Ladder ของ Start System 58
3.27 Ladder ของ Stop System 59
3.28 Structured text ตรวจสอบระดับการเข้าถึงที่ส่งมาจาก EKS 59
3.29 Ladder ระดับผู้ใช้งานของ EKS 60
3.30 Ladder ของ Select Mode (Manual) 60
3.31 Ladder ของ Select Mode (Remote) 61
3.32 Ladder ของ Select Mode (Auto) 61
3.33 Ladder ของ Highest Flap Gate 62
3.34 Ladder ของ Pump (3hr.) 63
3.35 Ladder ของ Flap Gate Up 64
3.36 Ladder ของ Flap Gate Down 64
3.37 Ladder ของ Lock Gate 64
3.38 Ladder ของ Unlock Gate 64
3.39 ตัวอย่าง Structured text ของ Prepare Data to Web Server 65
3.40 Data Block ที่ไว้ใช้สำหรับการทดสอบ 65
3.41 HMI หน้า Main Screen 66
3.42 HMI หน้า หน้าจอ Monitor แสดงค่าต่าง ๆ 66
3.43 HMI หน้า Flap Gate Control Screen ของบายฝายที่ 1 67
3.44 หน้าจอ Pop Up Confirm Lock & Unlock 67
3.45 หน้าจอ Pop Up แจ้งเตือนบานไม่ได้อยู่ในตำแหน่งสูงสุด 68
3.46 HMI หน้า Alarm Screen 68
4.1 โต๊ะควบคุมขณะยังไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ 69
4.2 โต๊ะควบคุมเมื่อนำไปติดตั้งที่หน้างาน 70
4.3 ด้านหน้าของตู้ MDB (Main Distribution Board) 70
4.4 ด้านในของตู้ MDB (Main Distribution Board) 71
4.5 หน้าต่างโปรแกรม TIA Portal V14 ขณะทำการ Simulation 71
4.6 หน้าต่าง PCL Tags ขณะทำการ Simulation 72
4.7 Data Block Test ขณะที่ใช้ทดสอบโปรแกรม 72
4.8 หน้าต่าง HMI Monitor ใช้สำหรับดูค่าสถานะต่าง ๆ 73
4.9 หน้าต่าง HMI Flap Gate Control ใช้สำหรับควบคุมการทำงานของบาน 3 73
4.10 หน้าต่างการ Simulation ขณะเสียบ Electronic-Key ของ Operator 1 74
4.11 หน้าต่างการ Simulation เมื่อ Operator 1 ทำงานในโหมด Manual 74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

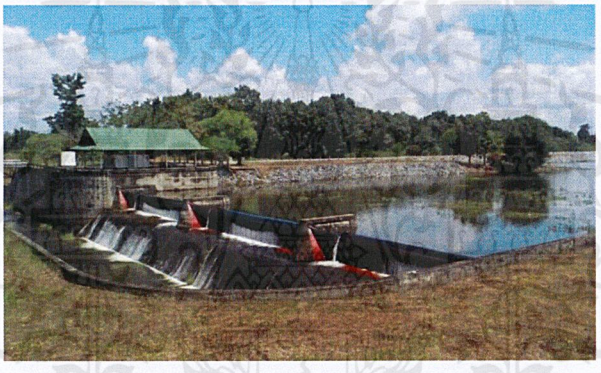
1.1 แสดงหัวข้องานและระยะเวลาการดำเนินงาน....3
2.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของ Absolute Encoder.... 10
3.1 BOM List ของอุปกรณ์หน้าโต๊ะควบคุม.... 36
3.2 BOM List ของอุปกรณ์ภายในโต๊ะควบคุม.... 37
3.3 BOM List ของอุปกรณ์หน้าตู้ MDB 42
3.4 BOM List ของอุปกรณ์ภายในตู้ MDB.... 43
3.5 ชุด Array ที่ส่งเข้าสู่ Web Server 54
3.6 ชุด Array ที่รับจาก Web Server 54
3.7 การกำหนดระดับผู้ใช้งานผ่าน EKS.... 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ฝาย (Weir) คืออาคารทดน้ำประเภทหนึ่งสร้างขึ้นทางต้นน้ำของลำน้ำธรรมชาติ ทำหน้าที่ทดน้ำที่ไหลมาตามลำน้ำให้มีระดับสูงขึ้นจนสามารถไหลเข้าคลองส่งน้ำได้ตามปริมาณที่ต้องการในฤดูการเพาะปลูก ส่วนน้ำที่เหลือจะไหลล้นข้ามสันฝายไป ฝายส่วนใหญ่จะมีขนาดความสูงไม่มาก มีรูปร่างคล้ายสี่เหลี่ยมคางหมู ประเภทของฝายแบ่งได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ฝายคอนกรีตซึ่งแบ่งย่อยเป็นฝายคอนกรีตเสริมเหล็กกับฝายคอนกรีตล้วน ฝายยางเป็นฝายที่สามารถควบคุมการพองตัวและยุบตัวด้วยน้ำหรืออากาศและฝายแม้วซึ่งเป็นฝายขนาดเล็กชะลอน้ำ โดยใช้วัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น เช่น กิ่งไม้ ก้อนหิน เป็นต้น ประโยชน์ของฝายจะช่วยชะลอการไหลของน้ำ ลดการกัดเซาะตามตลิ่งของลำน้ำ ป้องกันการเกิดน้ำท่วม การบริหารทรัพยากรน้ำ เพิ่มประสิทธิภาพในการกักเก็บน้ำในอ่างเก็บน้ำ (Reservoir) สำหรับใช้ในการเกษตรและการอุปโภคบริโภคในฤดูแล้งและยังสามารถเป็นแหล่งท่องเที่ยวได้อีกด้วย



ภาพที่ 1.1 ฝายยางที่ต้องการปรับปรุง

เนื่องจากทางหน่วยงานที่ดูแลรับผิดชอบต้องการปรับปรุง เพิ่มปริมาณการกักเก็บน้ำและเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารทรัพยากรน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยสามพาด อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ซึ่งเดิมเป็นฝายยางแต่มีสภาพชำรุด ทรุดโทรม มีการรั่วของลม เพราะมีอายุการใช้งานมาหลายปี จึงต้องการเปลี่ยนเป็นฝายเหล็กพับได้ ที่มีความแข็งแรงคงทน สามารถกักเก็บน้ำได้เพิ่มขึ้น และสามารถควบคุมฝายพับได้แบบอัตโนมัติ ซึ่งบานฝายพับมีขนาดสูง 2 เมตร มีมุมการเปิด-ปิด 0-60 องศา โดยใช้เซนเซอร์ต่าง ๆ (Sensor) เช่น เอ็นโค้ดเดอร์ (Encoder) เซนเซอร์วัดระดับน้ำ รีดสวิตช์ (Reed Switch) เป็นต้น มาควบคุมการเปิด-ปิดบานฝายแบบอัตโนมัติตามค่าเป้าหมายที่ต้องการ (Set Point) จากผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งค่าที่ได้จากเซนเซอร์จะนำมาประมวลผลผ่านอุปกรณ์ควบคุม (Controller) แล้วส่งสัญญาณไฟฟ้าไปสั่งชุดต้นกำลังระบบไฮดรอลิก (Power Unit) เพื่อจ่ายน้ำมันไฮดรอลิกไปดันกระบอกไฮดรอลิกทำให้บานฝายยกตัวขึ้นหรือพับลง และทำให้กระบอกล็อกบานทำหน้าที่ล็อกเมื่อบานฝายอยู่ในตำแหน่งสูงสุดทั้งหมดหรือปลดล็อกเมื่อต้องการเปลี่ยนระดับบานฝาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบการควบคุมการทำงานของฝายพับได้มี 3 แบบ คือ การควบคุมโดยผู้ปฏิบัติงาน (Manual Mode) การควบคุมแบบอัตโนมัติ (Auto Mode) และการควบคุมระยะไกล (Remote Mode) โดยที่ Manual Mode สามารถควบคุมระดับบานฝายได้ภายในอาคารควบคุม ผ่านโต๊ะควบคุม (Control Desk) ส่วน Auto Mode สามารถควบคุมระดับบานฝายในกรณีที่เกิดสภาวะฉุกเฉิน ระดับน้ำสูงเกินระดับที่กำหนดไว้ ระบบจะสั่งลดระดับบานฝายลงอัตโนมัติเพื่อระบายน้ำให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย เมื่อระดับน้ำอยู่ในระดับที่ปลอดภัยแล้วระบบจะสั่งยกบานฝายขึ้นอัตโนมัติเพื่อกักเก็บน้ำ และ Remote Mode สามารถควบคุมระดับบานฝายจากระยะไกลโดยที่ไม่ต้องเข้าไปที่อาคารควบคุม เป็นการอำนวยความสะดวกแก่ผู้ปฏิบัติงาน ทั้งนี้ในการควบคุมการทำงานแบบ Manual Mode และ Auto Mode จะต้องมี Electronic-Key เพื่อยืนยันตัวตนในการเข้าใช้งานระบบก่อนจึงจะสามารถเข้าควบคุมการทำงานของระบบได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. ออกแบบโต๊ะควบคุม และแบบทางไฟฟ้าเพื่อใช้ควบคุมการทำงานของฝายพับได้
2. ออกแบบตู้ MDB และแบบทางไฟฟ้าเพื่อใช้ควบคุมการจ่ายไฟให้ส่วนต่าง ๆ
3. ออกแบบและสร้างระบบควบคุมฝายพับได้แบบอัตโนมัติด้วยพีแอลซี (Programmable Logic Control : PLC) ที่มีการรับค่าจากเซนเซอร์ระดับน้ำ ซึ่งเอ็นโค้ดเดอร์เป็นส่วนที่บอกตำแหน่งการเปิด-ปิดของบานฝาย และรีดสวิตซ์เป็นส่วนที่บอกตำแหน่งของกระบอกล็อกบาน มาประมวลผลผ่านพีแอลซีแล้วส่งสัญญาณไปสั่งชุดต้นกำลัง เพื่อควบคุมการเปิด-ปิดบานฝายตามระดับที่ต้องการและควบคุมกระบอกล็อกบานฝาย ในการสั่งล็อกหรือปลดล็อก
4 เขียนโปรมแกรมควบคุมการทำงานของฝายพับ ด้วยพีแอลซี รุ่น SIMATIC S7-1200
5. ศึกษาการใช้งานของ Electronic Key System (EKS) ที่ใช้ในการเข้าควบคุมระบบใน Manual Mode และ Auto Mode เพื่อระบุตัวตนผู้ใช้งาน

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของฝายพับได้ ด้วยพีแอลซี รุ่น SIMATIC S7-1200 ในการควบคุมการเปิด-ปิดบานฝายพับจำนวน 3 บาน ที่มีโครงสร้างและรูปแบบการทำงานที่เหมือนกัน โดยมีการควบคุมอยู่ 3 รูปแบบ คือ การควบคุมโดยผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งควบคุมระดับบานฝายตามความต้องการของผู้ปฏิบัติงาน การควบคุมแบบอัตโนมัติ ซึ่งควบคุมระดับบานฝายในกรณีฉุกเฉิน โดยใช้ระดับน้ำหน้าฝายเป็นตัวกำหนดและการควบคุมระยะไกล ซึ่งควบคุมระดับบานฝายจากระยะไกลผ่านเว็บบราวเซอร์

2. เขียนโปรแกรมควบคุมบายฝายพับได้ ด้วยพีแอลซี รุ่น SIMATIC S7-1200 ในการควบคุมกระบอกล็อกบานฝาย โดยกระบอกจะทำการล็อกได้ก็ต่อเมื่อระดับบานฝายทุนบานอยู่ในตำแหน่งสูงสุด

3. สามารถกำหนดระดับการควบคุมและระบุผู้เข้าควบคุมการทำงานของฝายพับได้ผ่านอุปกรณ์เสริม Electronic Key System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 วิธีดำเนินการของโครงงาน

1. ศึกษาการใช้งานซอฟต์แวร์ AutoCAD 2018 สำหรับออกแบบหน้าโต๊ะควบคุมและแบบทางไฟฟ้าของระบบควบคุมฝายพับได้

2. ศึกษาหลักการทำงานของระบบคุมฝายพับได้ และการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

3. ศึกษาการใช้งานซอฟต์แวร์ TIA Portal V14 เพื่อเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของฝายพับได้ ให้การควบคุมเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้พีแอลซี รุ่น SIMATIC S7-1200

4. ศึกษาการใช้งาน EKS ซึ่งใช้ในการเข้าควบคุมระบบ

5. ติดตั้งอุปกรณ์และเดินสายสัญญาณ

6. ทดสอบการทำงานของโปรแกรมและแก้ไข

ภาพที่ 1.2 ฝายพับและอาคารควบคุมขณะก่อสร้าง

ตารางที่ 1.1 แสดงหัวข้องานและระยะเวลาการดำเนินงาน

ลำดับ	หัวข้องาน	เดือนที่ 1				เดือนที่ 2				เดือนที่ 3				เดือนที่ 4			
1	ออกแบบโต๊ะควบคุม, ตู้ควบคุม	■	■	■	■												
2	เขียนแบบไฟฟ้า, สั่งและเตรียมอุปกรณ์			■	■	■	■										
3	ออกแบบหน้าเว็บไซต์							■	■								
4	เดินสายสัญญาณของเซนเซอร์								■	■							
5	ระบบไฟฟ้าภายในและภายนอกอาคาร									■	■	■					
6	ติดตั้งระบบไฮดรอลิกและบายฝาย											■	■	■			
7	ทดสอบและแก้ไขโปรแกรม													■	■		
8	จัดทำรูปเล่มรายงาน																■

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถกักเก็บน้ำได้ปริมาณที่สูงขึ้น
2. เพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำตามความต้องการของหน่วยงานที่รับผิดชอบ
3. อำนวยความสะดวกให้กับผู้ปฏิบัติงานจากการควบคุมระบบจากระยะไกล
4. สามารถทำงานได้อัตโนมัติเมื่อความสูงของระดับน้ำอยู่ในระดับที่ไม่ปลอดภัย
5. สามารถกำหนดระดับผู้ใช้งานได้ ด้วย EKS (Electronic Key System)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบไฮดรอลิก (Hydraulic System)

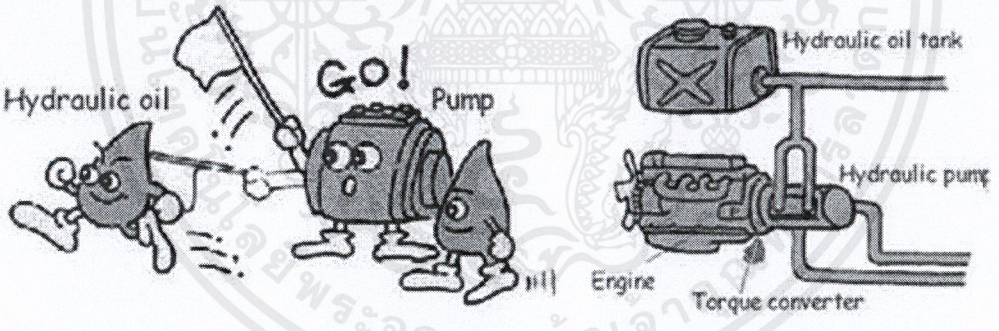
ระบบไฮดรอลิก (Hydraulic) เป็นระบบที่มีการส่งถ่ายพลังงานของของไหลที่เป็นตัวขับเคลื่อนในการทำงานในรูปของอัตราการไหลและความดันเปลี่ยนเป็นพลังงานกล โดยผ่านตัวกระทำ เช่น กระบอกสูบ มอเตอร์ไฮดรอลิก ในอุตสาหกรรมและงานก่อสร้างต่าง ๆ นิยมใช้น้ำมันไฮดรอลิก (Hydraulic Oil) เป็นตัวกลางในการส่งถ่ายพลังงานเพราะว่าน้ำมันไฮดรอลิกมีคุณสมบัติที่สำคัญ คือ ไม่สามารถยุบตัวได้ทำให้การส่งถ่ายพลังงานมีประสิทธิภาพ

2.1.1 อุปกรณ์และส่วนประกอบของระบบไฮดรอลิก

อุปกรณ์ไฮดรอลิกหรือส่วนประกอบของระบบไฮดรอลิก คือ ส่วนที่นำมาประกอบกันเป็นระบบไฮดรอลิกซึ่งที่สำคัญ ๆ มีดังต่อไปนี้

2.1.1.1 ปั๊มไฮดรอลิก (Hydraulic Pump)

ปั๊มไฮดรอลิกเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานจากการหมุนซึ่งขับโดยเครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นแรงดันน้ำมันไฮดรอลิกเข้าสู่วงจรไฮดรอลิก ปั๊มที่ใช้เครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้าขับโดยตรง เมื่อใดก็ตามที่เครื่องยนต์หรือมอเตอร์หมุนปั๊มก็จะทำงานไปด้วยดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ปั๊มไฮดรอลิก

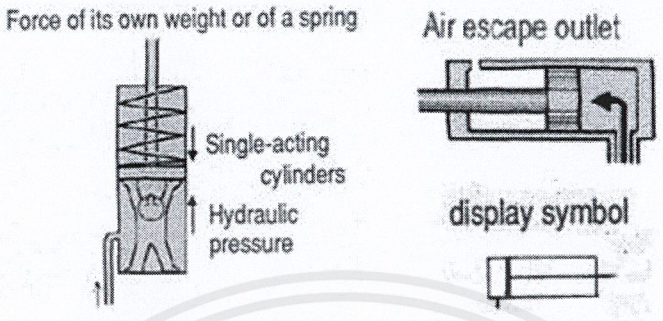
2.1.1.2 กระบอกสูบไฮดรอลิก (Hydraulic Cylinder)

กระบอกไฮดรอลิกสามารถแบ่งได้เป็นสองประเภทตามทิศทางของแรงที่กระทำบนลูกสูบคือ Single Acting Cylinder และ Double Acting Cylinder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Single Acting Cylinder

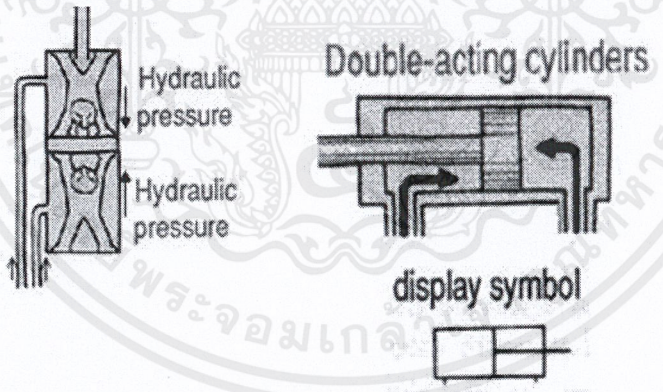
กระบอกสูบไฮดรอลิกชนิดนี้มีรูทางเข้าและทางออกของน้ำมันไฮดรอลิกนั้นมีเพียงรูเดียวหรือมีรูที่ด้านเดียวของกระบอกสูบ แรงที่เกิดจากการกระทำของแรงดันของน้ำมันไฮดรอลิกจะเกิดในทิศทางเดียว การกลับสู่ตำแหน่งเดิมของลูกสูบจะใช้แรงดันของสปริงหรือน้ำหนักของโหลดที่ดันกลับดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 กระบอกสูบแบบ Single Acting

Double Acting Cylinder

ลูกสูบชนิดนี้จะมีรูเข้าออกของน้ำมันไฮดรอลิกสองทางหรือทั้งสองด้านของลูกสูบ ทิศทางการเคลื่อนที่ไปมาของลูกสูบไฮดรอลิกในกระบอกสูบนั้นเป็นผลมาจากแรงดันของน้ำมันทั้งสองทาง ส่วนประกอบหลัก ๆ ของกระบอกสูบไฮดรอลิกจะประกอบด้วย ลูกสูบ กระบอกสูบ ก้านสูบ Oil Seal Packing และตัวกันฝุ่น (Dust Seal)

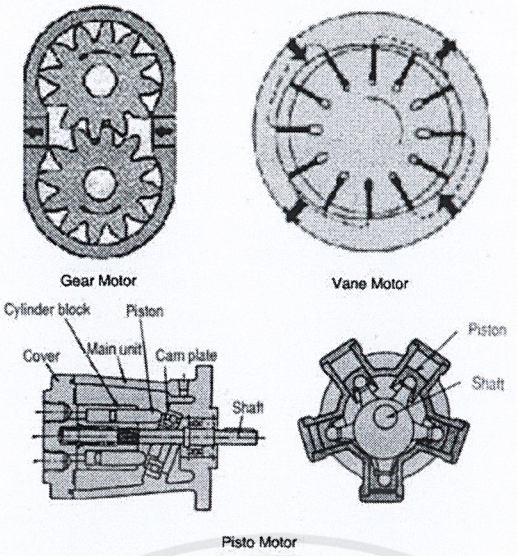


ภาพที่ 2.3 กระบอกสูบแบบ Double Acting

2.1.1.3 มอเตอร์ไฮดรอลิก (Hydraulic Motor)

มอเตอร์ไฮดรอลิกเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแรงดันของน้ำมันไฮดรอลิกไปเป็นการหมุน ส่วนโครงสร้างภายในจะเหมือนกันกับปั๊มไฮดรอลิก แต่การทำงานจะกลับด้านหรือตรงกันข้ามมอเตอร์ไฮดรอลิกคือจะเปลี่ยนแรงดันเป็นพลังงานกล แต่ปั๊มไฮดรอลิกเปลี่ยนพลังงานกลเป็นแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

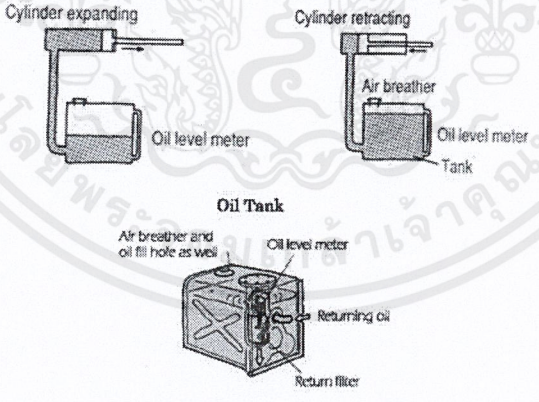


ภาพที่ 2.4 มอเตอร์ไฮดรอลิกแบบต่าง ๆ

2.1.1.4 ถังน้ำมันไฮดรอลิก

ถังน้ำมันไฮดรอลิกเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่กักเก็บน้ำมันไฮดรอลิกเพื่อใช้หมุนเวียนในระบบ โดยหน้าที่ของถังน้ำมันไฮดรอลิกมีดังนี้

1. กักเก็บน้ำมันไฮดรอลิกไว้เพื่อจ่ายให้แก่ระบบอย่างเพียงพอกับความต้องการ
2. กำจัดสิ่งสกปรกและสิ่งปนเปื้อนที่มีอยู่ในน้ำมันไฮดรอลิก
3. กำจัดน้ำออกจากระบบไฮดรอลิก ระบายความร้อนให้กับน้ำมันไฮดรอลิกในระบบขนาดเล็ก ปริมาณของน้ำมันจะมากขึ้นเมื่อก้านสูบหดตัวและจะลดลงเมื่อก้านสูบหดตัว



ภาพที่ 2.5 ถังน้ำมันไฮดรอลิก

อุปกรณ์ตัวหนึ่งที่จะต้องมีควบคู่กับถังน้ำมันไฮดรอลิกคือตัวระบายอากาศ (Air Breathe) มีไว้เพื่อให้อากาศเข้าและออกเพื่อทดแทนกับปริมาณน้ำมันที่ลดลงและเพิ่มขึ้นตามจังหวะการทำงานของลูกสูบ และลดแรงต้านทานการเคลื่อนที่ของลูกสูบ

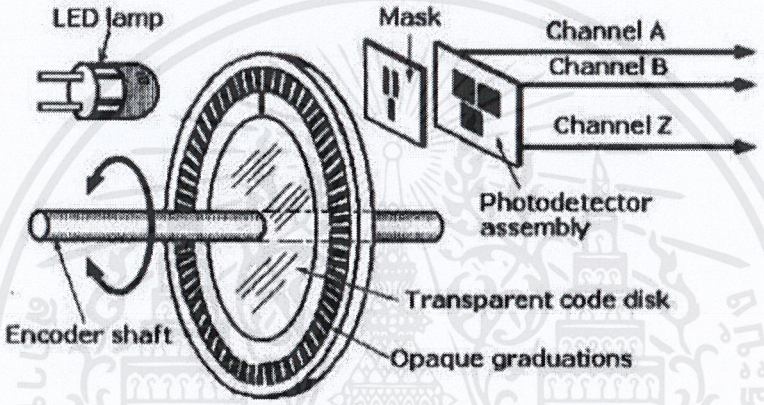
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 Encoder

เอ็นโค้ดเดอร์ เป็นเซ็นเซอร์สำหรับวัดระยะทาง (Distance Sensor) ความเร็ว (Speed) ทิศทางการหมุนของมอเตอร์ (Direction of Rotation) ตำแหน่งหรือมุม เป็นต้น ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม ซึ่งสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท ตามลักษณะของสัญญาณเอาต์พุต (Output Signal) ได้ดังนี้

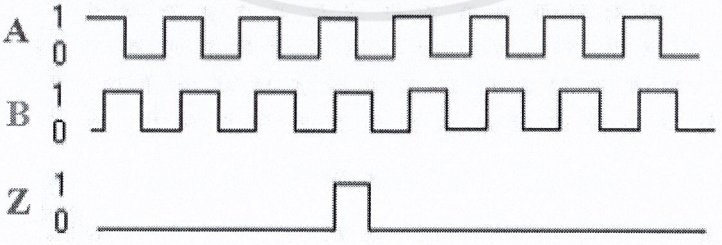
2.2.1 Incremental Encoder

Incremental Encoder หรือเรียกว่า Incremental Rotary Encoder (เอ็นโค้ดเดอร์แบบหมุน) โครงสร้างจะประกอบด้วย จานหมุน และอุปกรณ์ตรวจจับ โดยจานหมุนจะมีช่องเล็ก ๆ เมื่อเพลาของมอเตอร์หมุนจะทำให้จานหมุนไปตัดลำแสงของเซ็นเซอร์ (Sensor) ทำให้ชุดรับแสงได้รับสัญญาณเป็นช่วง ๆ จึงทำให้สัญญาณเอาต์พุตออกมาเป็นสัญญาณพัลส์ต่อรอบ (PPR)



ภาพที่ 2.6 ส่วนประกอบของ Incremental Encoder / Rotary Encoder

Incremental Encoder เป็นเอ็นโค้ดเดอร์ที่ใช้หลักการเมื่อมีการหมุนของแกนเพลา จะทำให้มีสัญญาณเอาต์พุตที่เป็นสัญญาณลูกคลื่นพัลส์สี่เหลี่ยม (Square wave) มี 3 แทรค (Tracks) คือ A, B, Z โดยจะสัมพันธ์กับระยะการเคลื่อนที่และตำแหน่งสัญญาณเอาต์พุตของ Encoder A และ B มีมุมที่ห่างกัน 90 องศา ทางไฟฟ้า ส่วน Z จะมีสัญญาณ 1 พัลส์ ต่อ 1 รอบ หรือบางตัวจะเป็นพัลส์แบบ Invert เช่น A-, B-, Z- ซึ่งเป็นสัญญาณที่กลับเฟสกัน 90 องศา เพื่อเช็คทิศทางการหมุนของมอเตอร์ เป็นต้น



ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างสัญญาณพัลส์เอาต์พุตของ Incremental Encoder

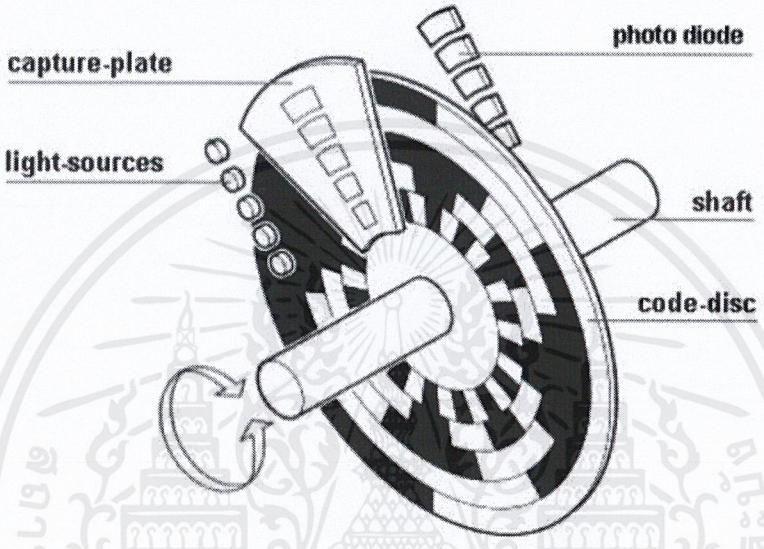
Incremental Encoder แบบนี้จะมีข้อด้อยในกรณีหากมีการถอดสายสัญญาณออกชั่วขณะหรือแหล่งจ่ายไฟฟ้าดับข้อมูลของการเคลื่อนที่ก็จะหายไปหมด ไม่สามารถระบุตำแหน่งพัลส์หรือตำแหน่งองศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

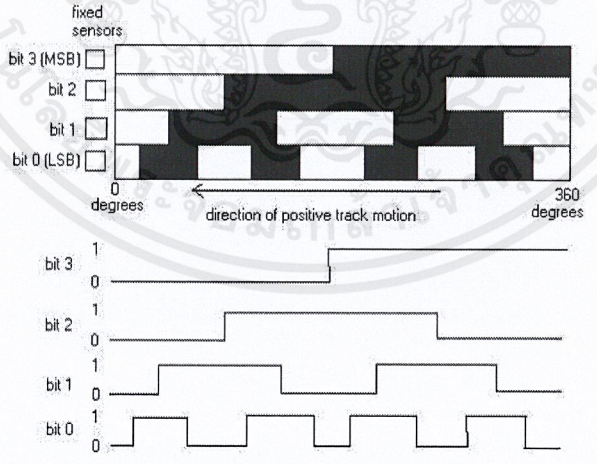
ได้ ทำให้ต้องมีการปรับที่จุดอ้างอิงใหม่อยู่ตลอดเวลา กรณีนี้อาจจำเป็นต้องใช้เครื่องนับจำนวนแบบตัวเลข (Digital Counter) เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยบันทึกข้อมูลได้

2.2.2 Absolute Encoder

Absolute Encoder (เอ็นโค้ดเดอร์แบบสัมบูรณ์) โครงสร้างจะมีหัวอ่านหลายชุดเท่ากับจำนวนบิตเอาต์พุต การเจาะรูบนแผ่นแต่ละชุดก็จะมีระยะห่างเป็นทวีคูณทำให้สามารถทราบตำแหน่งของการหมุน จึงทำให้สัญญาณออกมาในรูปแบบของรหัสโค้ด เช่น Binary, Gray Code เป็นต้น



ภาพที่ 2.8 ส่วนประกอบของ Absolute Encoder



ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างสัญญาณบิตเอาต์พุตของ Absolute Encoder

Absolute Encoder เป็นเอ็นโค้ดเดอร์ที่ออกแบบมาให้มีรูปแบบสัญญาณเอาต์พุตที่เป็นลักษณะของการเข้ารหัส โดยการใช้รหัสแทนสัญญาณพัลส์ เช่น Binary Gray Code เป็นต้น เพื่อระบุตำแหน่งการเคลื่อนที่และองศาของแกนเอ็นโค้ดเดอร์ได้มีตำแหน่งที่ถูกต้องและแม่นยำมากที่สุด กรณีแหล่งไฟฟ้าหยุดและทำการจ่ายไฟเข้าไปใหม่ข้อมูลก็ยังอยู่ที่ตำแหน่งเดิม และบ่งบอกได้ว่าตำแหน่งองศาที่อยู่นั้นคือเท่าใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Encoder สามารถแบ่งตามลักษณะการใช้งานได้ 2 แบบ คือ

1. Absolute Single Turn Encoder (หมุน 1 รอบ)
2. Absolute Multi Turn Encoder (หมุนได้มากกว่า 1 รอบ)

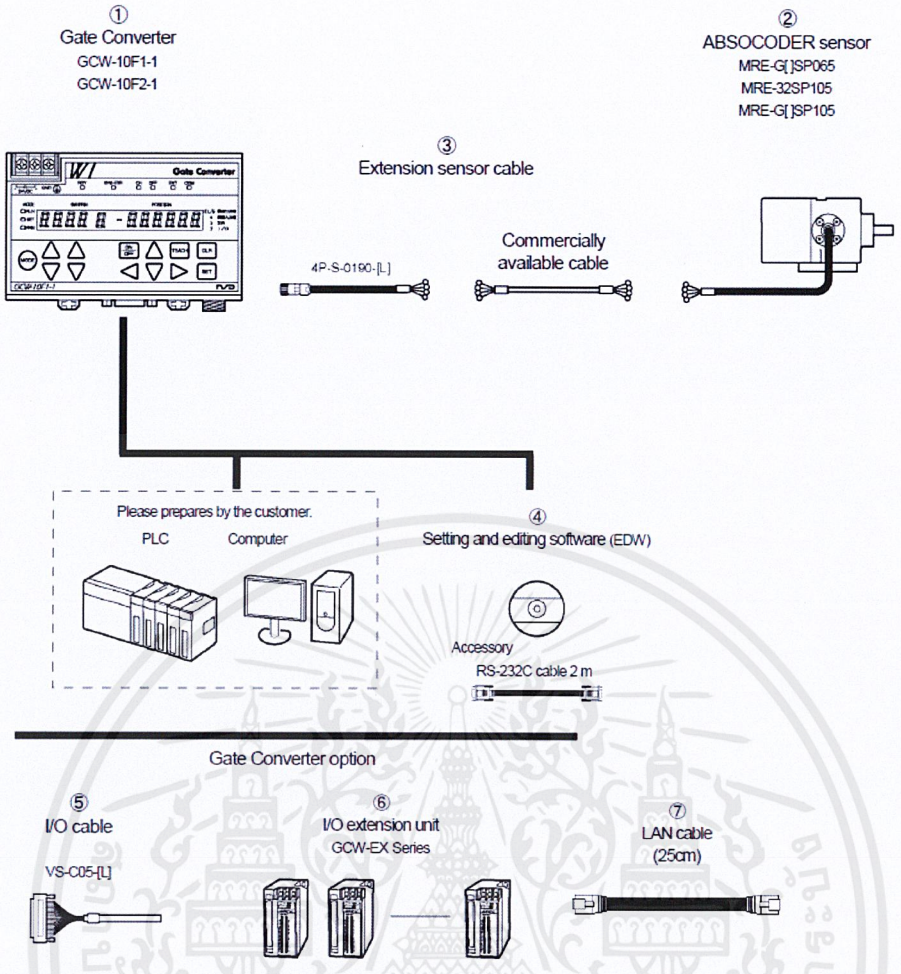
ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของ Absolute Encoder

คุณสมบัติ	Single Turn	Multi Turn
การทำงาน	ทำงานได้แค่ 1 รอบ เมื่อครบรอบความละเอียดของเอาต์พุตจะกลับมาซ้ำค่าเดิม	ทำงานได้มากว่า 1 รอบโดยจะระบุไว้ที่ความละเอียด
ลักษณะงาน	เหมาะกับงานวัดมุม	เหมาะกับงานวัดระยะทาง
ความละเอียด	เช่น 13 bit = 8192 ค่า	เช่น 12 * 13 bit Singleturn = 12 bit ⟶ 2048 ค่า Multiturn = 13 bit ⟶ 8192 ค่า ความละเอียดรวม = 2048 * 8192 ค่า
เอาต์พุต	มีให้เลือกหลากหลาย เช่น ● Pararal : Binary, BCD, Gray code ● Analogue 4-20 mA ● SSI / BISS ● Profibus / EtherCAT/CanOpen	มีให้เลือกหลากหลาย เช่น ● SSI / BISS / RS485 ● Profibus / ProfiNET / EtherCAT / CanOpen

2.2.3 การสื่อสารของ Absolute Encoder

Absolute Encoder สื่อสารโดยใช้มาตรฐานการสื่อสารแบบ RS-232 ระหว่างอุปกรณ์ Gate Converter และ PLC โดยที่ Absolute Encoder นั้นจะเชื่อมต่อกับ Gate Converter และอุปกรณ์ Gate Converter จะแปลงข้อมูลที่ได้รับจาก Absolute Encoder ส่งไปยัง Module RS232 ที่ต่อกับ PLC ดังภาพที่ 2.10

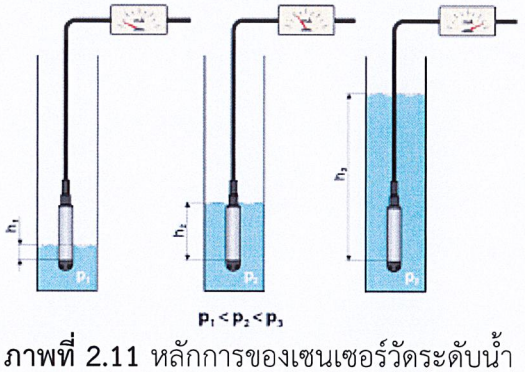
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.10 การสื่อสารของ Absolute Encoder

2.3 Hydrostatic Level Sensor

เครื่องวัดระดับแบบ Hydrostatic หรือ Hydrostatic Level Sensor คือ เครื่องวัดและแสดงระดับแบบใช้ความดันของของเหลวในการประมวลผล (Hydrostatic Level Transmitter) และแปลงค่าส่งสัญญาณ 4-20 mADC ออกมา เพื่อนำค่าที่ได้ต่อไปยังมิเตอร์หรือเครื่องแสดงระดับ เหมาะสำหรับนำไปใช้วัดระดับน้ำในคลอง แม่น้ำ เป็นต้น



ภาพที่ 2.11 หลักการของเซนเซอร์วัดระดับน้ำ

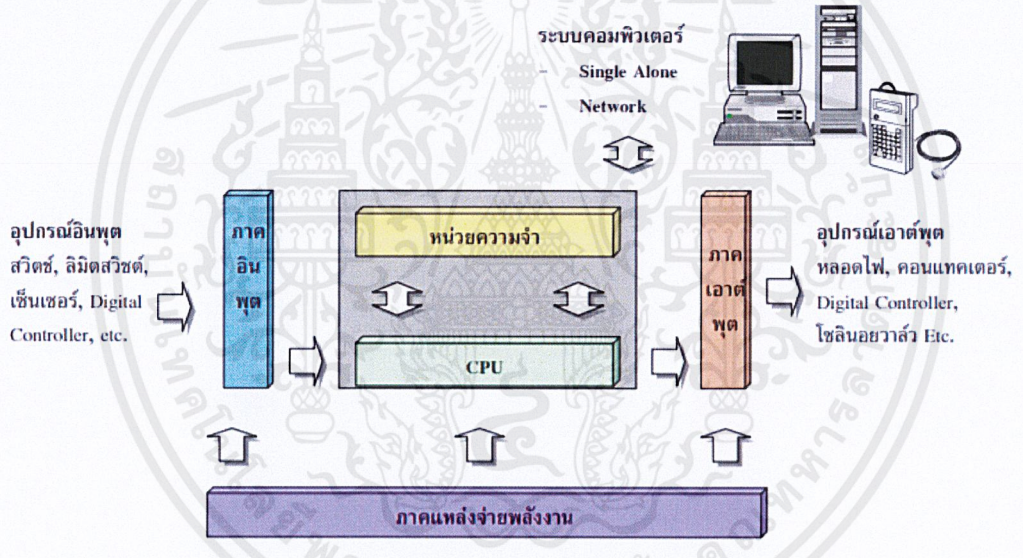
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 พีแอลซี (Programmable Logic Controller)

พีแอลซี (Programmable Logic Control : PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่าง ๆ โดยภายในมี Microprocessor เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ PLC มีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือสวิตช์ต่าง ๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย ซึ่งสามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นเช่นเครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Reader) เครื่องพิมพ์ (Printer) ซึ่งในปัจจุบันนอกจากเครื่อง PLC จะใช้งานแบบเดี่ยว (Stand alone) แล้วยังสามารถต่อ PLC หลาย ๆ ตัวเข้าด้วยกัน (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วย

2.4.1 โครงสร้างของ PLC

โครงสร้างภายในของ PLC จะมีส่วนประกอบสำคัญทั้งหมด 5 ส่วน เมื่อนำมาประกอบเข้าด้วยกันก็จะกลายเป็น PLC ชุดหนึ่งที่สามารถทำงานได้ ดังนี้



ภาพที่ 2.12 โครงสร้างของ PLC

2.4.1.1 ซีพียู (Central Process Unit : CPU)

ซีพียูหรือหน่วยประมวลผลกลาง ทำหน้าที่ประมวลผลการทำงานตามคำสั่งของส่วนต่าง ๆ ตามที่ได้รับมา ผลจากการประมวลผลก็จะถูกส่งออกไปส่วนต่าง ๆ ตามที่ระบุไว้ด้วยคำสั่งนั่นเอง ซีพียูจะใช้เวลาในการประมวลช้าหรือเร็ว ขึ้นอยู่กับการเลือกขนาดของซีพียูและขนาดของโปรแกรมด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.2 หน่วยความจำ (Memory Unit)

หน่วยความจำเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เก็บโปรแกรมและข้อมูลต่าง ๆ ของ PLC กรณีที่สั่ง RUN PLC ก็จะนำเอาโปรแกรมและข้อมูลในหน่วยความจำมาประมวลผลการทำงาน สำหรับหน่วยความจำที่ใช้งานอยู่ใน PLC มีด้วยกัน 2 แบบ คือ

1. หน่วยความจำชั่วคราว (RAM : Random Access Memory)

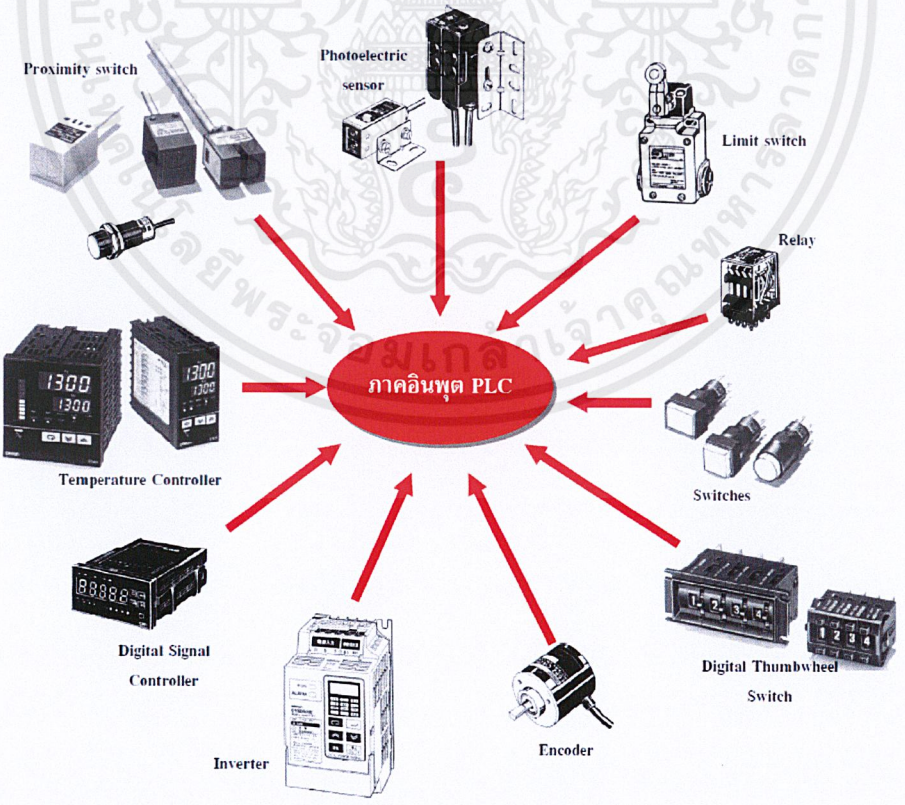
โปรแกรมและข้อมูลที่สร้างขึ้นโดยผู้ใช้จะถูกจัดเก็บในส่วนนี้ คุณสมบัติของ RAM เมื่อไม่มีไฟเลี้ยงจะทำให้โปรแกรมและข้อมูลหายไปทันที ดังนั้นภายใน PLC จะพบว่ามีแบตเตอรี่สำรองข้อมูล (Backup Battery) เอาไว้สำรองข้อมูล (Backup Data) กรณีที่ไฟหลัก (Main Power Supply) ไม่จ่ายไฟให้กับ PLC ข้อควรระวังคือ ไม่ควรที่จะถอดแบตเตอรี่สำรอง (Backup Battery) กรณีที่ไม่มีไฟจ่ายให้ PLC

2. หน่วยความจำถาวร (ROM : Read Only Memory)

เป็นหน่วยความจำอีกชนิดหนึ่ง โดยที่ข้อมูลใน ROM ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองข้อมูล แต่ก็มีปัญหาเรื่องเวลาในการเข้าถึงข้อมูล (Time Access) ช้ากว่า RAM จึงปรากฏให้ผู้ใช้เห็นว่า PLC จะมีหน่วยความจำใช้งานทั้ง RAM และ ROM ร่วมกันอยู่

2.4.1.3 ภาคอินพุต (Input Unit)

ภาคอินพุตของ PLC ทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตเข้ามาแปลงสัญญาณ ส่งเข้าไปภายใน PLC อุปกรณ์ (Device Input) ต่าง ๆ ที่นำมาต่อกับภาคอินพุตได้นั้น จัดออกเป็นกลุ่ม ดังภาพที่ 2.13

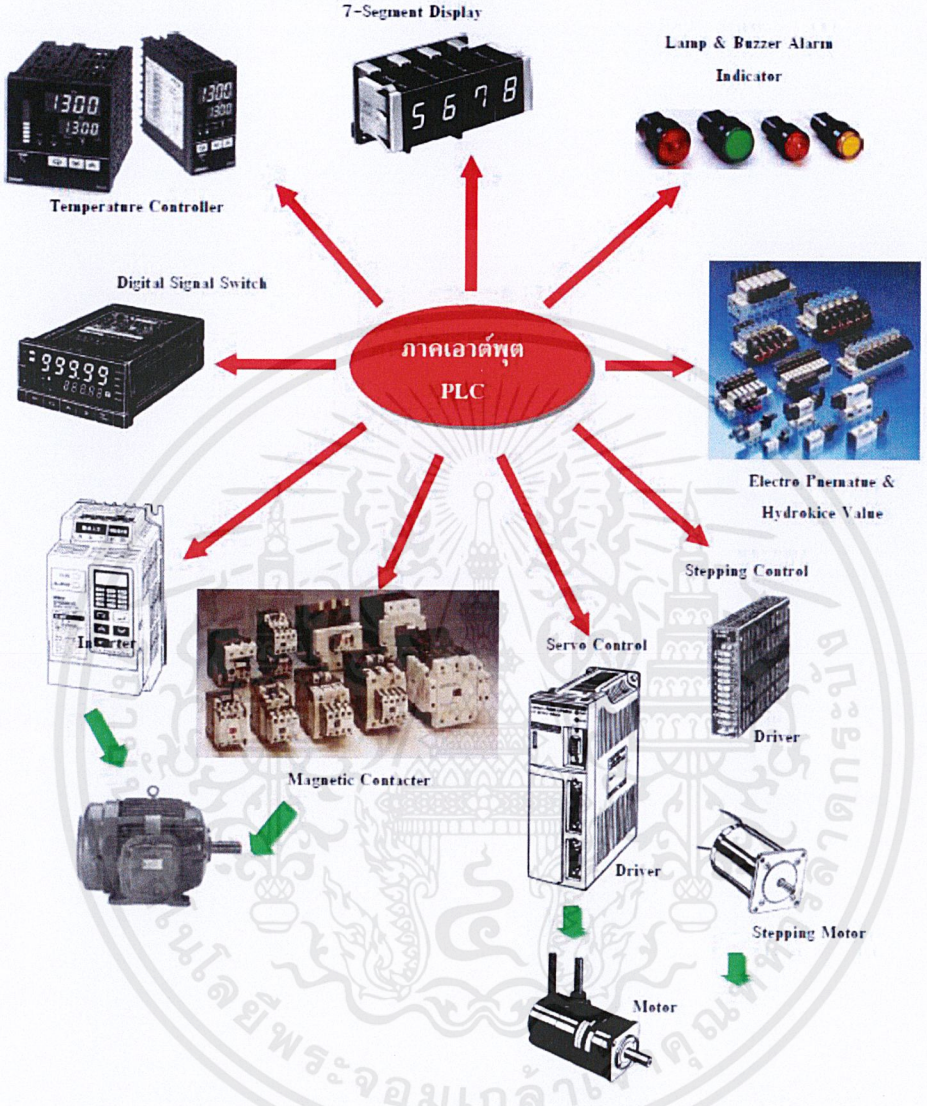


ภาพที่ 2.13 อุปกรณ์อินพุตต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.4 ภาคเอาต์พุต (Output Unit)

ภาคเอาต์พุตของ PLC ทำหน้าที่ส่งสัญญาณออกไปขับโหลดชนิดต่าง ๆ ตามเงื่อนไขที่ได้โปรแกรมเอาไว้ ชนิดของโหลดที่สามารถนำมาต่อกับภาคเอาต์พุตสามารถแยกออกเป็นกลุ่มได้ดังภาพที่ 2.14

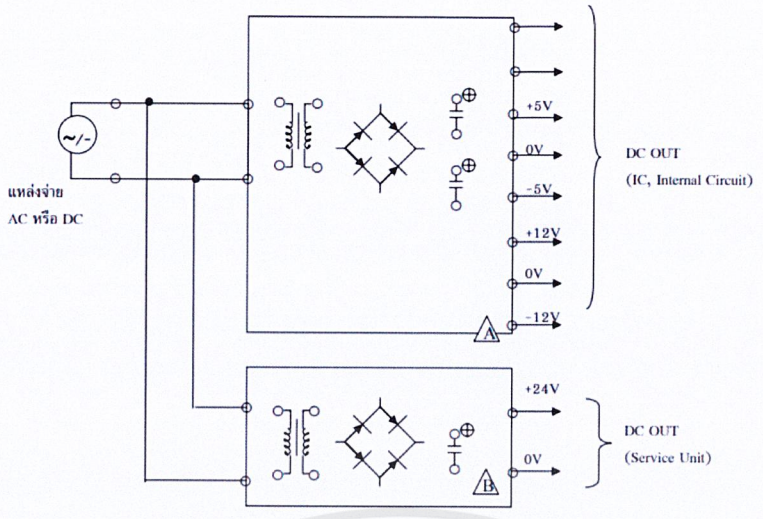


ภาพที่ 2.14 กลุ่มอุปกรณ์ที่ต่อกับภาคเอาต์พุตของ PLC

2.4.1.5 ภาคแหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply Unit)

ภาคแหล่งจ่ายพลังงาน จะทำหน้าที่จ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ภายใน PLC ได้แก่อุปกรณ์ไอซี ไฟเลี้ยงวงจรกำหนดการทำงานแบบต่าง ๆ เป็นต้น นอกจากนี้ยังจ่ายพลังงานเลี้ยงวงจรที่จะนำมาต่อกับ PLC ทั้งภาคอินพุตและเอาต์พุต แหล่งจ่ายพลังงานของ PLC จะแบ่งออกเป็น 2 ชุด ชุดหนึ่งสำหรับอุปกรณ์และวงจรภายในแต่ละโมดูลต่าง ๆ ของ PLC อีกชุดหนึ่งเป็นตัวจ่ายพลังงาน (Service Unit 24VDC) 24 VDC สำหรับการต่อวงจรภาคอินพุต หรือเอาต์พุตก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.15 ไดอะแกรมแหล่งจ่ายไฟของ PLC

2.4.2 ชนิดของ PLC

จำแนก PLC ตามโครงสร้างภายนอก สามารถจำแนกได้ 2 ชนิด ดังนี้

2.4.2.1 PLC ชนิดบล็อก (Block Type PLCs)

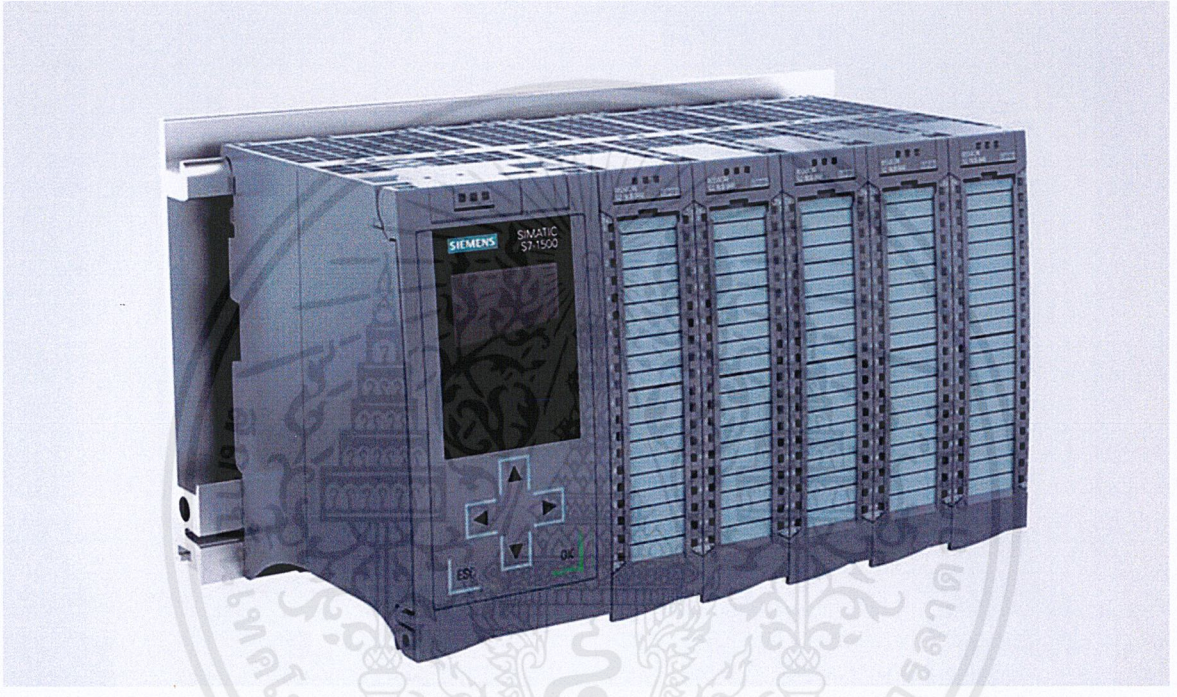
PLC ชนิดนี้ จะรวมส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC อยู่ในบล็อกเดียวกัน ไม่ว่าจะเป็นตัวประมวลผล หน่วยความจำ ภาคอินพุต เอาต์พุต และแหล่งจ่ายไฟ กรณีที่ต้องการเพิ่มจำนวนอินพุตหรือเอาต์พุต สามารถใช้หน่วยขยายอินพุต เอาต์พุต (Expansion I/O Unit Connector)

ภาพที่ 2.16 PLC ยี่ห้อ Siemens รุ่น S7-1200 พร้อม Module Digital Output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.2 PLC ชนิดโมดูล (Modular Type PLCs) หรือแร็ค (Rack Type PLCs)

PLC ชนิดนี้ ส่วนประกอบแต่ละส่วนสามารถแยกออกจากกันเป็นโมดูล (Modules) เช่น ภาคอินพุต เอาต์พุต จะอยู่ในส่วนของโมดูลอินพุต เอาต์พุต ซึ่งสามารถเลือกใช้งานได้ว่าจะใช้โมดูลขนาดกี่อินพุต กี่เอาต์พุต ซึ่งมีให้เลือกหลายรูปแบบ อาจจะใช้อินพุตอย่างเดียวขนาด 8/16 บิต หรือเอาต์พุตอย่างเดียวขนาด 4/8/12/16 บิต ขึ้นอยู่กับรุ่นของ PLC ด้วย ในส่วนของตัวประมวลผลและหน่วยความจำจะรวมอยู่ในซีพียูโมดูล (CPU Unit) สามารถเปลี่ยนขนาดของ CPU ให้เหมาะสมตามความต้องการใช้งาน โดยส่วนประกอบต่าง ๆ ที่กล่าวมา เมื่อต้องการใช้งานจะถูกนำมาต่อร่วมกัน เพื่อให้สามารถใช้งานได้ตามความต้องการ



ภาพที่ 2.17 PLC ยี่ห้อ Siemens รุ่น S7-1500

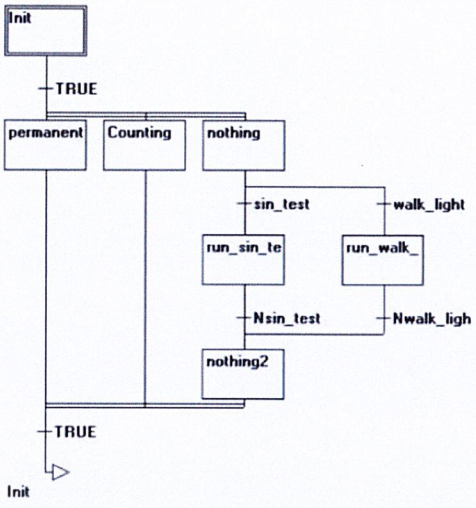
2.4.3 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมพีแอลซี

โดยปกติจะใช้ภาษาในการเขียนโปรแกรม เพียงภาษาเดียวหรือใช้ร่วมกันหลายภาษาขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของงาน ภาษาที่ใช้ในการเขียน โปรแกรมตามมาตรฐาน IEC 1131-3 กำหนดไว้ 5 ภาษา คือ

2.4.3.1 ภาษาที่เป็นผังการไหลที่เป็นลำดับ (Sequential Flow Chart Language : SFC)

เป็นภาษาที่มีลักษณะที่ใช้แผนภาพเรียงลำดับของการทำงานของโปรแกรม มีจุดเชื่อมต่อกัน สามารถอ่านได้อย่างง่ายดายและเหมาะสำหรับการเขียนโปรแกรมสถานะระดับสูง ดังภาพที่ 2.18

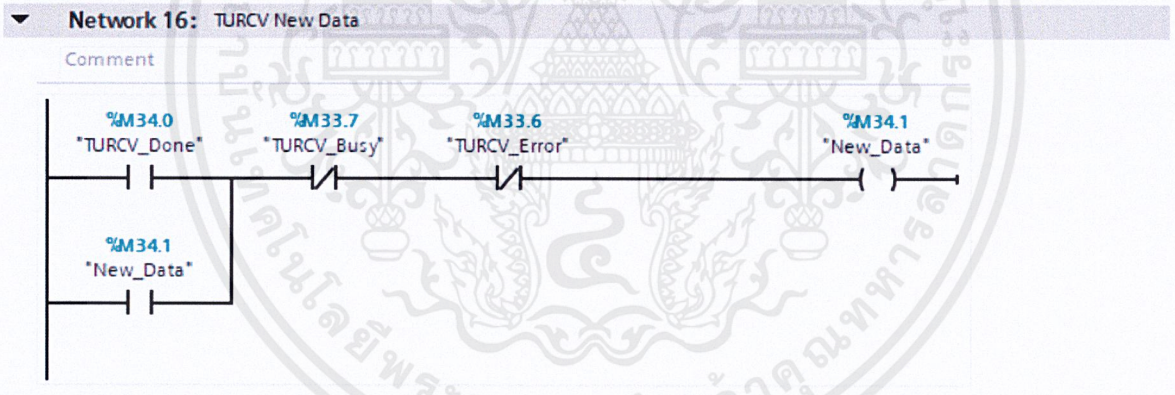
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.18 Sequential Flow Chart Language

2.4.3.2 ภาษาที่เป็นไดอะแกรมแลดเดอร์ (Ladder Diagram Language)

เป็นภาษาที่ใช้สัญลักษณ์หน้าสัมผัสและขดลวดเพื่อแสดงเงื่อนไขการควบคุมระหว่างอุปกรณ์หน่วยอินพุต เอาต์พุตและอุปกรณ์ภายในการเขียนโปรแกรมต้องระบุตำแหน่งตรงกันทุกครั้งซึ่งตำแหน่งหมายเลขของอุปกรณ์ มีลักษณะเหมือนกับวงจรรีเลย์ ดังภาพที่ 2.19

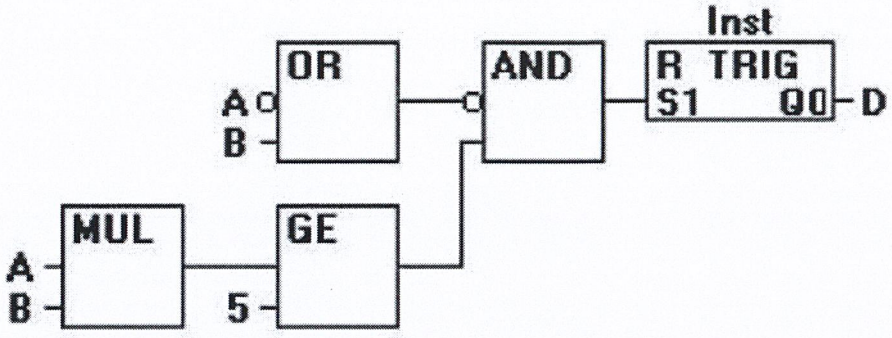


ภาพที่ 2.19 Ladder Diagram Language

2.4.3.3 ภาษาที่เป็นไดอะแกรมแบบฟังก์ชันแผนภาพ (Functional Block Diagram)

เป็นฟังก์ชันแผนภาพมาต่อเรียงกันเป็นลักษณะเครือข่าย มีลักษณะเหมือนกับการออกแบบวงจรเกทดิจิตอล สามารถเอาเอาต์พุตมาต่อเป็นอินพุตของแผนภาพฟังก์ชันได้ โปรแกรมจะมีการทำงานตามลำดับของการไหลของสัญญาณ ดังภาพที่ 2.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.20 Functional Block Diagram

2.4.3.4 ภาษาที่เป็นรายการคำสั่งรายการข้อความ (Instruction List Language Statement List)

เป็นภาษาที่มีลักษณะเป็นคำสั่งรายการ ประกอบด้วยลำดับของคำสั่งกับตัวดำเนินการ และจะขึ้นบรรทัดใหม่คำสั่งถัดไป คำสั่งที่ใช้จะเป็นภาษาที่ผู้ผลิตพีแอลซีเป็นผู้กำหนดขึ้น ผู้เขียนจะต้องศึกษาคำสั่งของผู้ผลิตก่อน ดังภาพที่ 2.21

```
LD    17
ST    lint
GE    5
JMPC  next
LD    idword
EQ    istruct.sdword
STN   test
next:
```

ภาพที่ 2.21 Instruction List Language Statement List

2.4.3.5 ภาษาที่เป็นข้อความแบบโครงสร้าง (Structured Text)

เป็นภาษาระดับสูงต้องมีโครงสร้างที่ชัดเจนมีการสร้างเงื่อนไข (if else) หรือในลูป (while do) สามารถอ่านได้ง่ายและเข้าใจสามารถใช้เขียนโปรแกรมที่มีฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังภาพที่ 2.22

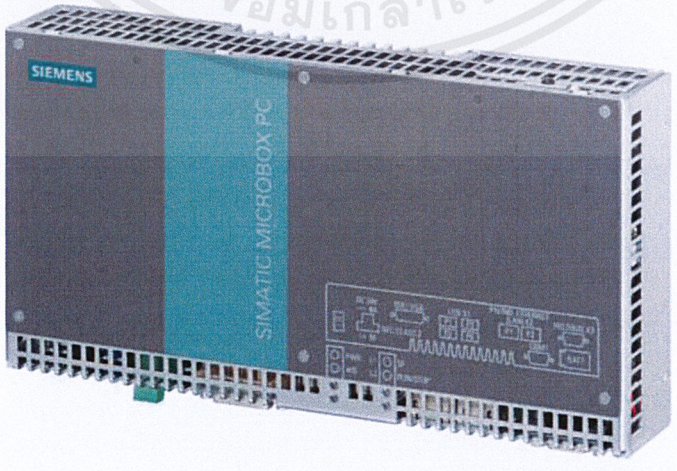
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
IF "Inserted EKS" = 0 AND "value of 8" = 0 AND "value of 4" = 0 AND "value of 2" = 0 AND "value of 1" = 0 THEN
    #Access_Level := 0;
ELSIF "Inserted EKS" = 1 AND "value of 8" = 0 AND "value of 4" = 0 AND "value of 2" = 0 AND "value of 1" = 0 THEN
    #Access_Level := 0;
ELSIF "Inserted EKS" = 1 AND "value of 8" = 0 AND "value of 4" = 0 AND "value of 2" = 0 AND "value of 1" = 1 THEN
    #Access_Level := 1;
ELSIF "Inserted EKS" = 1 AND "value of 8" = 0 AND "value of 4" = 0 AND "value of 2" = 1 AND "value of 1" = 0 THEN
    #Access_Level := 2;
ELSIF "Inserted EKS" = 1 AND "value of 8" = 0 AND "value of 4" = 0 AND "value of 2" = 1 AND "value of 1" = 1 THEN
    #Access_Level := 3;
ELSIF "Inserted EKS" = 1 AND "value of 8" = 0 AND "value of 4" = 1 AND "value of 2" = 0 AND "value of 1" = 0 THEN
    #Access_Level := 4;
ELSIF "Inserted EKS" = 1 AND "value of 8" = 0 AND "value of 4" = 1 AND "value of 2" = 0 AND "value of 1" = 1 THEN
    #Access_Level := 5;
ELSIF "Inserted EKS" = 1 AND "value of 8" = 0 AND "value of 4" = 1 AND "value of 2" = 1 AND "value of 1" = 0 THEN
    #Access_Level := 6;
ELSIF "Inserted EKS" = 1 AND "value of 8" = 0 AND "value of 4" = 1 AND "value of 2" = 1 AND "value of 1" = 1 THEN
    #Access_Level := 7;
ELSIF "Inserted EKS" = 1 AND "value of 8" = 1 AND "value of 4" = 0 AND "value of 2" = 0 AND "value of 1" = 0 THEN
    #Access_Level := 8;
ELSIF "Inserted EKS" = 1 AND "value of 8" = 1 AND "value of 4" = 0 AND "value of 2" = 0 AND "value of 1" = 1 THEN
    #Access_Level := 9;
ELSIF "Inserted EKS" = 1 AND "value of 8" = 1 AND "value of 4" = 0 AND "value of 2" = 1 AND "value of 1" = 0 THEN
    #Access_Level := 10;
ELSIF "Inserted EKS" = 1 AND "value of 8" = 1 AND "value of 4" = 0 AND "value of 2" = 1 AND "value of 1" = 1 THEN
    #Access_Level := 11;
ELSIF "Inserted EKS" = 1 AND "value of 8" = 1 AND "value of 4" = 1 AND "value of 2" = 0 AND "value of 1" = 0 THEN
    #Access_Level := 12;
ELSIF "Inserted EKS" = 1 AND "value of 8" = 1 AND "value of 4" = 1 AND "value of 2" = 0 AND "value of 1" = 1 THEN
    #Access_Level := 13;
ELSIF "Inserted EKS" = 1 AND "value of 8" = 1 AND "value of 4" = 1 AND "value of 2" = 1 AND "value of 1" = 0 THEN
    #Access_Level := 14;
ELSIF "Inserted EKS" = 1 AND "value of 8" = 1 AND "value of 4" = 1 AND "value of 2" = 1 AND "value of 1" = 1 THEN
    #Access_Level := 15;
END_IF;
```

ภาพที่ 2.22 Structured Text

2.5 Industrial PC

คอมพิวเตอร์อุตสาหกรรมหรือคอมพิวเตอร์เกรดอุตสาหกรรม เป็นคอมพิวเตอร์ประเภทหนึ่งที่มีส่วนประกอบหลักเหมือนกันกับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยทั่วไป แต่ได้รับการออกแบบมาเพื่อนำไปใช้ในสถาวะแวดล้อมของโรงงานอุตสาหกรรมหรือใช้งานภาคสนาม (Outdoor) ที่มีสภาวะแวดล้อมพิเศษ เช่น อุณหภูมิสูง มีฝุ่นละออง มีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูง มีการสั่นสะเทือนหรือระดับกระแสไฟฟ้าไม่คงที่ สามารถทำงานต่อเนื่องได้ดีโดยไม่ต้องปิดเครื่องพัก เหล่านี้เป็นสิ่งที่ Office PC ไม่มี จึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมเพราะไม่ได้ออกแบบมาเพื่อใช้งานในสภาวะแวดล้อมพิเศษแบบนี้



ภาพที่ 2.23 SIMATIC IPC427C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 EKS (Electronic Key System)

ระบบกุญแจอิเล็กทรอนิกส์ เป็นการอินเทอร์เฟซข้อมูลที่มีความยืดหยุ่นสูง ซึ่งในฐานะผู้ใช้จะสามารถกำหนดการเขียนข้อมูลบนชิปอิเล็กทรอนิกส์และกำหนดวิธีการการอ่านข้อมูล ให้โปรแกรมประมวลผลในระบบควบคุมตามแบบที่ต้องการ เช่น การควบคุมฟังก์ชันการทำงาน การจัดเก็บพารามิเตอร์ของกระบวน การการตรวจสอบย้อนหลังของเหตุการณ์ และสิทธิ์การเข้าถึงระบบที่แตกต่างกันของแต่ละกระบวนการ

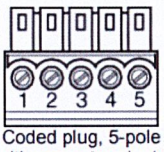
2.6.1 ฟังก์ชันของ EKS

EKS จะใช้สำหรับระบบควบคุมหรือบางส่วนของระบบควบคุมที่ต้องการเข้าถึงระบบหรือตรวจสอบระบบ โดยที่จะใช้รหัสผ่านในการเข้าระบบ ก็เปลี่ยนเป็นการกำหนดรหัสให้กับ Electronic-Key ไว้ใช้ในการเข้าระบบ ซึ่งจะประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

1. ชิปอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic-Key)
2. เครื่องอ่านชิปอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Key Adapter)

ภาพที่ 2.24 Electronic-Key และ Electronic Key Adapter

เครื่องอ่านชิปอิเล็กทรอนิกส์ จะทำหน้าที่ในการประมวลผลและอินเตอร์เฟซ โดยระดับการเข้าถึงจะถูกส่งผ่านทางอินเตอร์เฟซแบบขนานขนาด 4 บิต ซึ่งง่ายต่อการเชื่อมต่อไปยังอินพุตของระบบหรืออุปกรณ์อื่น ๆ



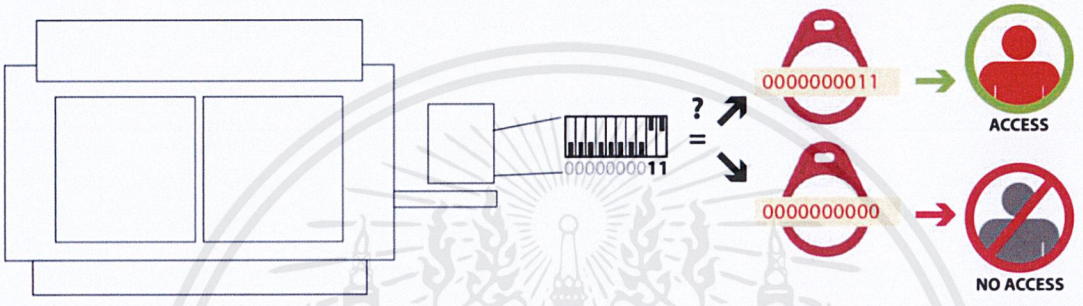
Coded plug, 5-pole
with screw terminals
Conductor cross-section 0.14 ... 1,5 mm²
Tightening torque 0.22 Nm

Pin	Designation	Function
1	Strobe	Output is High if a valid Electronic-Key is inserted
2	D	High corresponds to decimal value of 8 (MSB)
3	C	High corresponds to decimal value of 4
4	B	High corresponds to decimal value of 2
5	A	High corresponds to decimal value of 1 (LSB)

ภาพที่ 2.25 อินเตอร์เฟซขนาด 4 บิตแบบขนานพร้อม Strobe

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานะการทำงาน (Operating State : OS) ระดับการเข้าถึง (Access Level : AL) รหัสการเข้าถึง (Access Code : AC) การตรวจสอบ (Checksum : CRC) และหมายเลขซีเรียลของ EKS จะถูกเก็บไว้ใน Electronic-Key เมื่อใส่ Electronic-Key ในเครื่องอ่านชิปอิเล็กทรอนิกส์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องนั้นจะถูกอ่านจาก Electronic-Key โดยอัตโนมัติลงภายในอุปกรณ์แล้วจัดเก็บไว้ชั่วคราวและประมวลผล หาก Electronic-Key นั้นถูกต้อง เอาต์พุตของเครื่องอ่านจะเซตตามค่าที่เก็บไว้ของระดับการเข้าถึง เมื่อนำ Electronic-Key ออก เอาต์พุตทั้งหมดก็จะถูกรีเซต โดยเครื่องอ่านชิปอิเล็กทรอนิกส์และ Electronic-Key จะได้รับการตั้งค่าพารามิเตอร์แยกกัน แต่ตั้งค่าด้วยค่าพารามิเตอร์ที่ตรงกัน ซึ่งเครื่องอ่านชิปอิเล็กทรอนิกส์จะดำเนินการผ่านสวิตซ์ DIP (DIP Switch) และ Electronic-Key จะถูกกำหนดพารามิเตอร์ผ่านโปรแกรมบนพีซีเท่านั้น



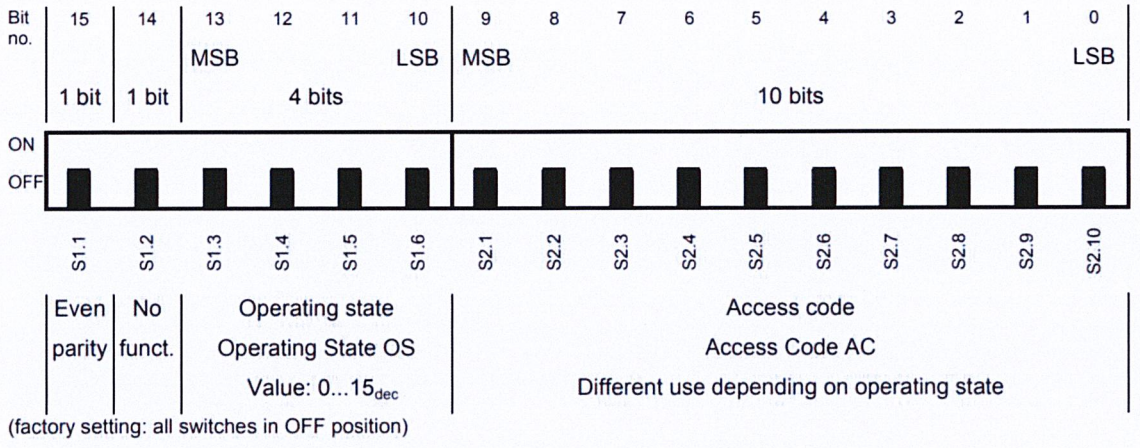
ภาพที่ 2.26 การตั้งค่าสวิตซ์ DIP และรหัสการเข้าถึงบน Electronic-Key

2.6.1.1 ฟังก์ชันของสวิตซ์ DIP

สวิตซ์ DIP จะอยู่ในเครื่องอ่านชิปอิเล็กทรอนิกส์ โดยการตั้งค่าสามารถทำได้ดังต่อไปนี้

- S1.1 (บิตที่ 15) พาริตี้บิตเป็นคู่
  ถ้าจำนวนสวิตซ์จาก S1.2 ถึง S2.10 ON เป็นจำนวนคู่ S1.1 จะถูกเซตเป็น OFF ถ้าเป็นจำนวนคู่ S1.1 จะถูกเซตเป็น ON
- S1.2 (บิตที่ 14) ไม่มีฟังก์ชัน
  จำเป็นต้องตั้งค่าเป็น OFF
- S1.3 ถึง S1.6 (บิตที่ 10 ถึง 13) สถานการณ์ทำงาน (OS)
  สถานการณ์ทำงานถูกตั้งค่าในรูปแบบไบนารี่จากสวิตซ์ S1.3 ถึง S1.6 โดยค่าฐานสิบจะมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 15
- S2.1 ถึง S2.10 (บิตที่ 0 ถึง 9) รหัสการเข้าถึง (AC)
  รหัสการเข้าถึงจะถูกตั้งค่าโดยใช้สวิตซ์ S2.1 ถึง S2.10 และการประมวลผลค่าที่ตั้งไว้นี้จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสถานะการทำงานที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



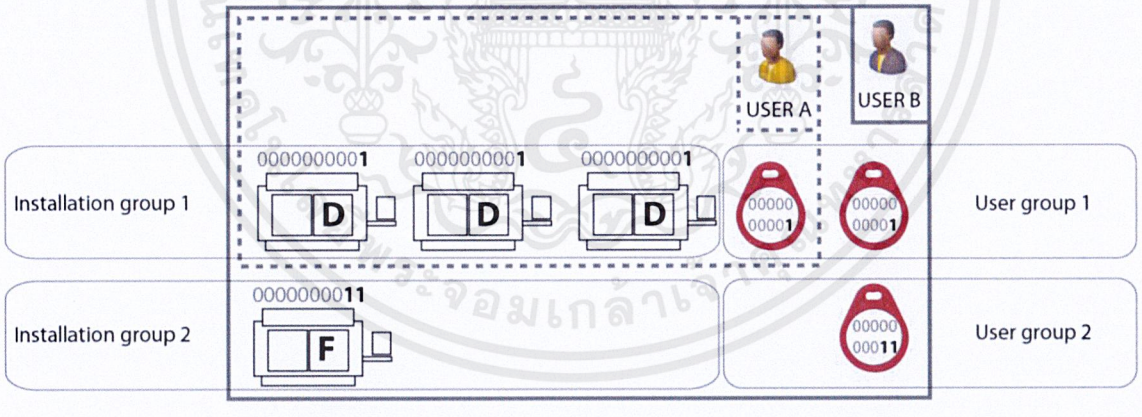
ภาพที่ 2.27 สวิตช์ DIP บนเครื่องอ่านชิปอิเล็กทรอนิกส์

2.6.2 สถานะการทำงาน (Operating State)

สถานะการทำงานของ EKS จะมีอยู่ 2 สถานะ ดังนี้

2.6.2.1 Operating State 0

การเข้าถึงระบบของสถานะการทำงาน 0 จะทำได้เฉพาะกับการกำหนดรหัสการเข้าถึง (AC) ที่ตรงกันทุกบิตของสวิตช์ DIP ที่เครื่องอ่านชิปอิเล็กทรอนิกส์กับ Electronic-Key เท่านั้น โดยสวิตช์ S1.3 ถึง S1.6 ค่าต้องเป็น 0 เสมอ



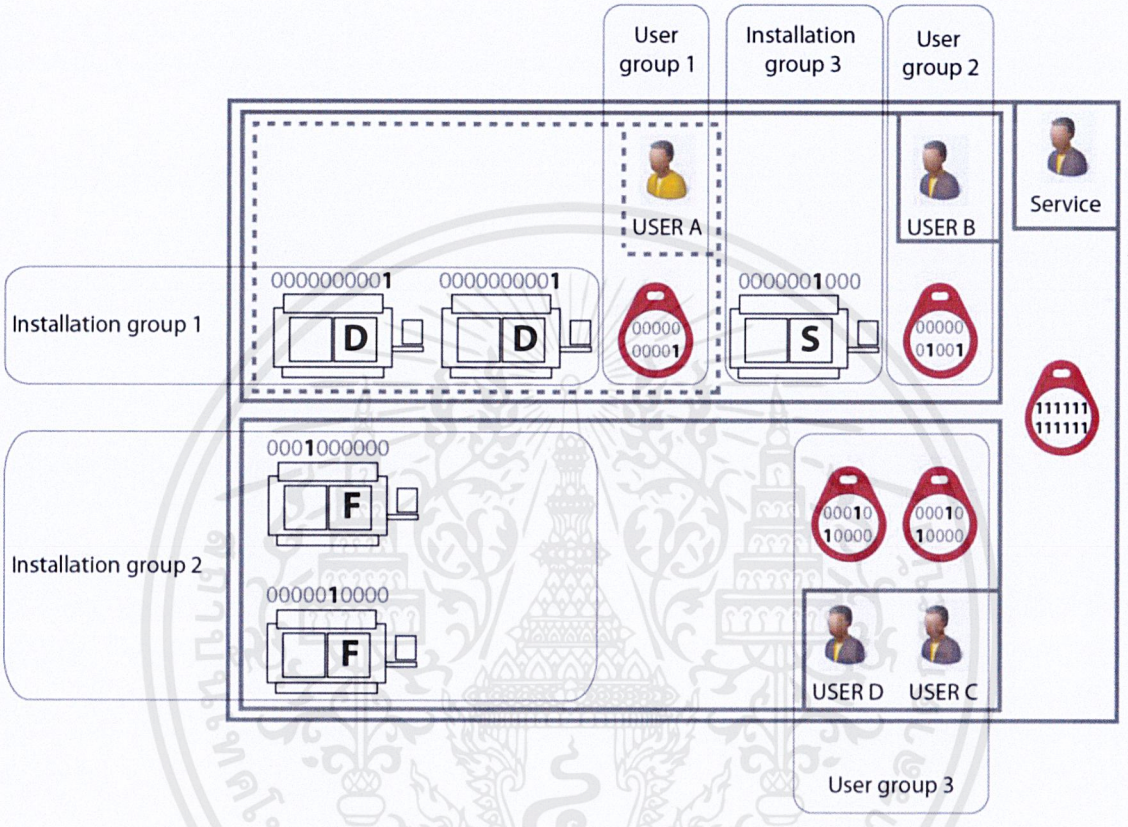
ภาพที่ 2.28 ตัวอย่างการใช้งานด้วยสถานะการทำงาน 0

จากภาพที่ 2.28 User A มี Electronic-Key ที่มีรหัสการเข้าถึง 0000000001 จะสามารถใช้งานเครื่องจักร D จำนวน 3 เครื่องได้เท่านั้น เนื่องจากเครื่องจักร D ถูกกำหนดค่าไบนารี่เป็น 0000000001 ซึ่งตรงกัน ส่วน User B มี Electronic-Key ที่มีรหัสการเข้าถึง 0000000001 และ 0000000011 จะสามารถใช้งานได้ทั้งเครื่องจักร D และเครื่องจักร F ที่ถูกกำหนดค่าไบนารี่เป็น 0000000011 แต่จะต้องถือ Electronic-Key 2 อัน และต้องใช้กับเครื่องที่มีรหัสการเข้าถึงที่ตรงกันด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.2 Operating State 1

รหัสการเข้าถึงบน Electronic-Key ของสถานะการทำงาน 1 สามารถจัดรูปแบบในการตั้งค่าได้หลากอย่างและครอบคลุมด้วยรหัสการเข้าถึงที่แตกต่างกัน ในกรณีที่ต้องการเข้าถึงระบบ เพียงแค่มีบิต 1 ตำแหน่งของ Electronic-Key กับ สวิตช์ DIP ตรงกันก็สามารถใช้งานได้ ข้อดีคือผู้ใช้งานไม่ต้องมี Electronic-Key หลายอัน โดยสวิตช์ S1.3 ถึง S1.6 ค่าต้องเป็น 1 เสมอ ดังนั้นสวิตช์ S1.6 จะ ON



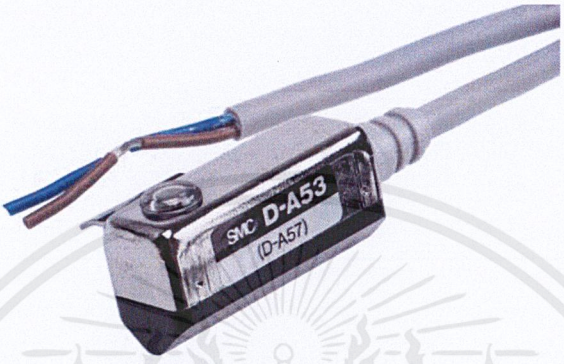
ภาพที่ 2.29 ตัวอย่างการใช้งานด้วยสถานะการทำงาน 1

จากภาพที่ 2.29 User A มี Electronic-Key ที่มีรหัสการเข้าถึง 0000000001 จะสามารถใช้งานเครื่องจักร D จำนวน 2 เครื่องได้เท่านั้น เนื่องจากเครื่องจักร D ถูกกำหนดค่าไบนารี่เป็น 0000000001 ซึ่งตรงกัน ส่วน User B มี Electronic-Key ที่มีรหัสการเข้าถึง 0000001001 จะสามารถใช้งานได้ทั้งเครื่องจักร D และเครื่องจักร S ที่ถูกกำหนดค่าไบนารี่เป็น 0000001001 เนื่องจากมีบิตที่ ON ตรงกัน คือ บิตที่ 0 ตรงกับเครื่องจักร D และบิตที่ 3 ตรงกับเครื่องจักร S ส่วน User C และ D มี Electronic-Key ที่มีรหัสการเข้าถึง 0000001001 เหมือนกัน จะสามาถใช้งานเครื่องจักร F ที่ถูกกำหนดค่าไบนารี่ต่างกัน คือ 0001000000 และ 0000010000 ได้ เนื่องจากมีบิตที่ ON ตรงกัน คือ บิตที่ 6 กับบิตที่ 4 และส่วนของ Service นั้นที่มี Electronic-Key ที่มีรหัสการเข้าถึง 1111111111 จะสามารถใช้งานเครื่องจักรได้ทุกเครื่องเพราะมีบิตที่ ON ตรงกับทุกเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

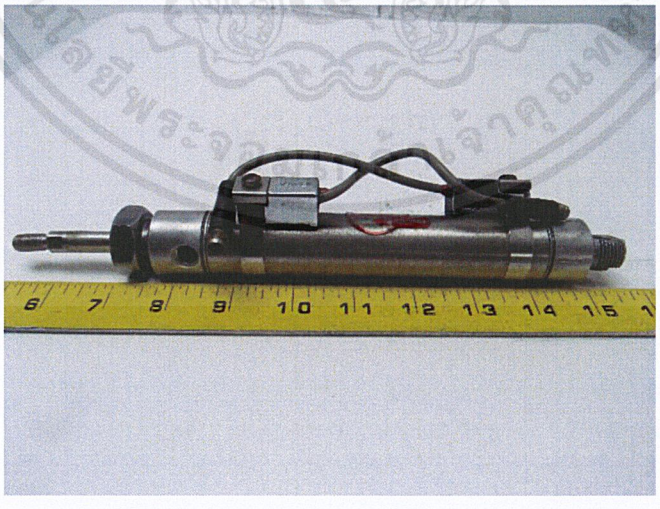
2.7 รีดสวิตซ์

รีดสวิตซ์ (Reed switch) คือ แม็กเนติกเซนเซอร์ที่มีลักษณะเป็นแบบหน้าสัมผัส ซึ่งโดยปกติทั่วไปแล้วจะเป็นหน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (Normally Open : NO) แต่สวิตซ์นี้จะทำงานโดยอาศัยสนามแม่เหล็กซึ่งอาจจะเป็นแม่เหล็กถาวรหรือแม่เหล็กไฟฟ้าก็ได้ แผ่นหน้าสัมผัสทำมาจากสารที่มีผลต่อสนามแม่เหล็ก (ferromagnetic) และติดตั้งอยู่ภายในกระเปาะแก้วเล็ก ๆ ที่มีการเติมก๊าซเฉื่อย เพื่อทำให้การตัดต่อการส่งกระแสไฟฟ้าได้เร็วยิ่งขึ้น



ภาพที่ 2.30 ตัวอย่างของรีดสวิตซ์

ในการใช้งานจะยึดรีดสวิตซ์ไว้ที่ตัวกระบอกสูบดังภาพที่ 2.31 โดยตัวกระบอกสูบต้องทำจากอลูมิเนียม ลูกสูบต้องมีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็กถาวร ซึ่งการใช้รีดสวิตซ์มีความสะดวกในเรื่องของการติดตั้งที่ง่ายกว่าลิมิตสวิตซ์ทั่วไป การทำงานเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่เข้าสุด อำนาจแม่เหล็กที่ตัวลูกสูบจะไปดึงดูดให้หน้าคอนแทคของรีดสวิตซ์ต่อกัน ซึ่งปกติหน้าคอนแทคจะเป็นหน้าคอนแทคปกติเปิด เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่มาตรงกับตำแหน่งของรีดสวิตซ์ รีดสวิตซ์ก็จะปิดวงจรและเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ออกไปตรงกับตำแหน่งของรีดสวิตซ์ตัวนอก อำนาจแม่เหล็กของลูกสูบก็จะดึงดูดให้รีดสวิตซ์ปิดวงจรเช่นกัน



ภาพที่ 2.31 การติดตั้งรีดสวิตซ์บนกระบอกสูบ

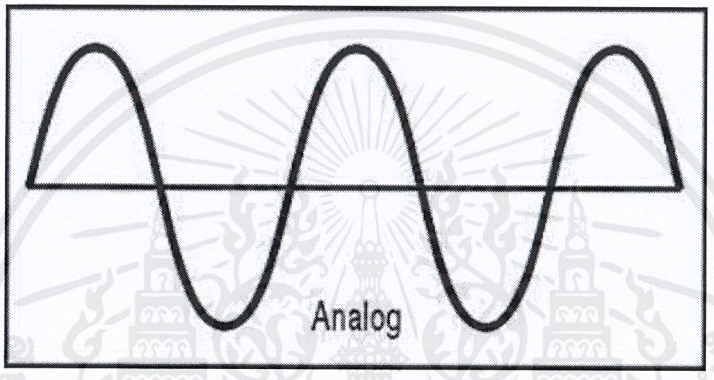
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 การสื่อสาร (Communication)

การสื่อสารในที่นี้จะพูดถึงรูปแบบการสื่อสารของ PLC SIMATIC S7-1200 ที่สื่อสารระหว่าง CPU กับ เซนเซอร์ต่าง ๆ และ CPU กับ EKS (Electronic-Key-System)

2.8.1 สัญญาณอนาล็อก (Analog Signal)

เป็นสัญญาณที่ระดับสัญญาณหรือแอมพลิจูด (amplitude) มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องทางเวลา มีลักษณะเป็นคลื่นไซน์ (Sine Wave) โดยที่แต่ละคลื่นจะมีความถี่และความเข้มของสัญญาณที่ต่างกัน เมื่อนำสัญญาณข้อมูลเหล่านี้ผ่านอุปกรณ์รับสัญญาณและแปลงสัญญาณก็จะได้ข้อมูลที่ต้องการ ตัวอย่างของการส่งข้อมูลที่มีสัญญาณแอนะล็อก คือ การส่งผ่านระบบโทรศัพท์



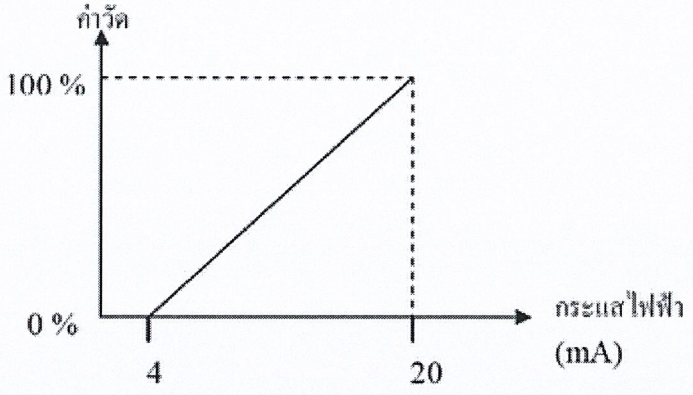
ภาพที่ 2.32 สัญญาณอนาล็อก

เนื่องจากระบบควบคุมในอุตสาหกรรมประกอบด้วยอุปกรณ์ควบคุมหลายชนิดต่อพ่วงกันเป็นระบบ และอุปกรณ์เหล่านี้จำเป็นต้องมีการส่งและรับสัญญาณวัดแบบ Analog ระหว่างกันดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการกำหนดมาตรฐานสัญญาณวัดแบบ Analog ให้เป็นสากล เพื่อที่บริษัทผู้ผลิต อุปกรณ์ควบคุมจะได้ยึดถือเป็นมาตรฐานในการออกแบบอุปกรณ์ของตนให้สามารถต่อพ่วงกับอุปกรณ์อื่น ๆ ได้ สัญญาณมาตรฐานมี 2 ชนิด คือ

1. สัญญาณกระแสไฟฟ้ามาตรฐาน

เป็นการส่งสัญญาณในรูปของกระแสตรง (DC. Current) มาตรฐานที่นิยมใช้คือ 4 - 20 mA หมายความว่า เมื่อค่าวัดเป็น 0% เท่ากับกระแส 4 mA และค่าวัดเป็น 100% เท่ากับกระแส 20 mA และค่าวัดซึ่งอยู่ในช่วง0 – 100% จะสัมพันธ์เป็นเชิงเส้นกับกระแส 4 - 20 mA ข้อดีของการส่งสัญญาณเป็นกระแส คือ สามารถส่งสัญญาณไปได้ระยะไกล ๆ ความต้านทานของสายส่งสัญญาณจะไม่ทำให้ค่าวัดผิดพลาดและการถูกสัญญาณรบกวนจะน้อยกว่าการส่งเป็นแรงดันไฟฟ้า นอกจากมาตรฐาน 4 - 20 mA แล้วยังมีมาตรฐานแบบอื่นอีกแต่คนนิยมใช้น้อย เช่น 0 - 20 mA, 10 - 50 mA, 0 - 1 mA

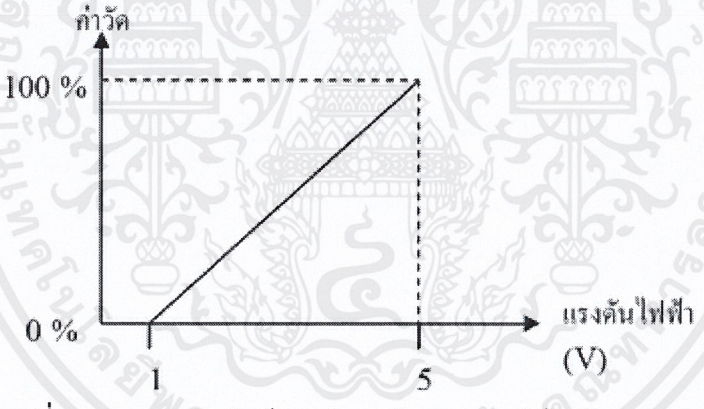
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.33 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวัดและสัญญาณกระแสมาตรฐาน

2. สัญญาณแรงดันไฟฟ้ามาตรฐาน

เป็นการส่งสัญญาณในรูปของแรงดันไฟฟ้า (DC. Voltage) มาตรฐานที่นิยมใช้คือ 1 - 5 VDC หมายความว่า เมื่อค่าวัดเป็น 0% เท่ากับแรงดัน 1 V และค่าวัดเป็น 100% เท่ากับแรงดัน 5 V การใช้สัญญาณมาตรฐานแบบแรงดันนี้ไม่เหมาะกับการที่ต้องส่งสัญญาณระยะไกล เนื่องจากความต้านทานของสายสัญญาณจะทำให้ค่าวัดผิดไปและถูกสัญญาณรบกวนได้ง่าย สัญญาณแบบแรงดันนี้เหมาะกับ การส่งสัญญาณระยะใกล้ และมีการต่อเข้ากับอุปกรณ์รับสัญญาณหลายเนื่องจากสะดวกในการติดตั้งนอกจากมาตรฐาน 1 - 5 V แล้วยังมีมาตรฐานอื่นแต่นิยมใช้น้อย คือ 0 - 10 V, 0 - 5 V, 0 - 10 mV

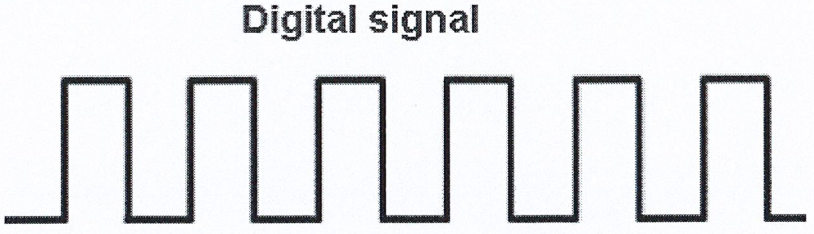


ภาพที่ 2.34 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวัดและแรงดันไฟฟ้ามาตรฐาน

2.8.2 สัญญาณดิจิตอล (Digital Signal)

เป็นสัญญาณที่ต่อเนื่องทางเวลาหรือสัญญาณที่ไม่ต่อเนื่องทางเวลา โดยทั่วไปใช้สัญญาณต่อเนื่องทางเวลา ที่มีขนาดแน่นอนซึ่งขนาดดังกล่าวอาจกระโดดไปมาระหว่างค่าสองค่า คือ สัญญาณระดับสูงสุดและสัญญาณระดับต่ำสุด การใช้งานเพียง 2 ค่า นำมาตีความหมายเป็น On/Off หรือ 1/0 ซึ่งสัญญาณดิจิตอลนี้เป็นสัญญาณที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการทำงานและติดต่อสื่อสารกัน สัญญาณดิจิตอลเมื่อส่งออกไประยะทางไกลก็จะประสบปัญหาการลดทอนสัญญาณเช่นเดียวกันแต่สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการใช้อุปกรณ์ทวนสัญญาณ Repeater

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.35 สัญญาณดิจิตอล

2.8.3 PROFINET Protocol

PROFINET Protocol คือมาตรฐาน Ethernet ใช้ในการรับส่งข้อมูลระหว่างตัวควบคุมกับอุปกรณ์ ซึ่งตัวควบคุมในที่นี้ สามารถเป็นได้ทั้ง PLC, DCS, หรือ PAC และตัวอุปกรณ์เช่น Input / Output block, RFID reader, กล้อง CCTV, เซนเซอร์ต่าง ๆ

2.8.4 PROFIBUS Protocol

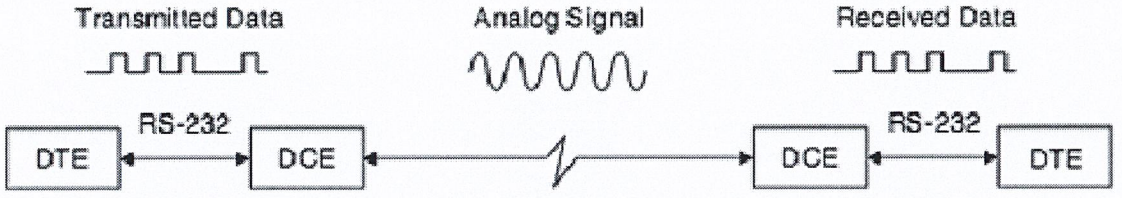
PROFIBUS Protocol เป็นมาตรฐานแบบหนึ่งสำหรับการติดต่อแบบอนุกรมกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในโรงงาน โดยบัสเพียงเส้นเดียวในการเชื่อมต่อ ท้าให้สามารถลดจ้านวนสายลงในขณะเดียวกันก็เพิ่มความเร็วในการติดต่อสื่อสารได้มากขึ้น โดยได้ค่าที่ถูกต้องเที่ยงตรง ระบบโปรฟิบัสเป็นมาตรฐานระบบเปิดสำหรับการผลิตและการควบคุมอัตโนมัติที่ไม่ผูกมัดกับผู้ผลิตใด ๆ โปรฟิบัสเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานระหว่างประเทศ (IEC61158, EN50170, 50240) เพื่อให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้มาตรฐานนี้ สามารถติดต่อกันและใช้งานร่วมกันได้อย่างสมบูรณ์

2.8.5 มาตรฐาน RS-232

RS-232 หรืออีกชื่อ EIA-232 คือมาตรฐานการเชื่อมต่อที่ถูกพัฒนาขึ้นในสหรัฐอเมริกา ในปี 1969 เพื่อนิยามรายละเอียดเกี่ยวกับสัญญาณไฟฟ้าและการเชื่อมต่อทางกายภาพระหว่างอุปกรณ์ต้นทางและปลายทาง หรือ DCE (Data Terminal Equipment) และอุปกรณ์ในการสื่อสารข้อมูล (DCE: Data Communication Equipment) ที่ทำการเปลี่ยนข้อมูลให้เป็นข้อมูลไบนารี่แบบอนุกรม การสื่อสารแบบอนุกรมระบบสื่อสารอาจจะประกอบด้วยองค์ประกอบดังนี้

- DTE อุปกรณ์ที่สร้างข้อมูลหรือประมวลผลข้อมูลและส่งข้อมูล เช่น คอมพิวเตอร์
- DCE คือตัวแปลงข้อมูล เช่น โมเด็มที่แปลงสัญญาณให้อยู่ในรูปที่เหมาะสมกับสื่อสัญญาณ เช่น สัญญาณอนาล็อกสำหรับระบบโทรศัพท์
- สื่อสัญญาณ เช่น ระบบสายโทรศัพท์ และสายใยแก้วนำแสง
- ตัวรับที่เหมาะสมเช่น โมเด็ม หรือ DCE อีกด้านที่แปลงสัญญาณอนาล็อกกลับไปยังระดับสัญญาณที่ตัวเทอร์มินอลรับปลายทางสามารถนำไปใช้งานได้
- เทอร์มินอลรับข้อมูล เช่น เครื่องพิมพ์ที่รับสัญญาณพัลส์ดิจิตอลและถอดรหัสกลับเป็นตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.36 รูปแบบการส่งข้อมูลโดย RS-232 ผ่านโมเด็มอนาล็อก

มาตรฐาน EIA-232C อธิบายการเชื่อมต่อระหว่างเทอร์มินอล (DTE) และโมเด็ม (DCE) ที่ทำการส่งข้อมูลดิจิตอลแบบอนุกรม และมันยังเปิดช่องให้ผู้ออกแบบฮาร์ดแวร์และโปรโตคอลสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้อย่างยืดหยุ่นในระยะเวลาที่ผ่านมา มาตรฐานได้ถูกดัดแปลงประยุกต์ใช้ในอุปกรณ์มากมาย เช่น คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เครื่องพิมพ์ PLC เครื่องมือวัด และอุปกรณ์อื่น ๆ

ปัจจุบันเวอร์ชันล่าสุดของ EIA-232 คือ EIA-232E ที่ได้ขยายเปลี่ยนนิยามของ DCE (Data Communication Equipment) เป็นนิยามที่มีความหมายกว้างกว่าคือ "Data Circuit-Terminating Equipment" EIA-232 มีจุดอ่อนหลายจุดที่ไม่เหมาะในระบบสื่อสารสำหรับการควบคุมและวัดค่าในสภาพแวดล้อมอุตสาหกรรม ผลต่อเนื่องจากจุดอ่อนทำให้เกิดมาตรฐาน EIA อื่น ๆ ที่ถูกพัฒนาเพื่อแก้ข้อด้อยหรือข้อจำกัดเหล่านั้น มาตรฐานอื่น ๆ ที่ถูกพัฒนาเพื่อระบบวัดคุมที่ใช้อย่างแพร่หลายคือ EIA-423, EIA-422 และ EIA-485

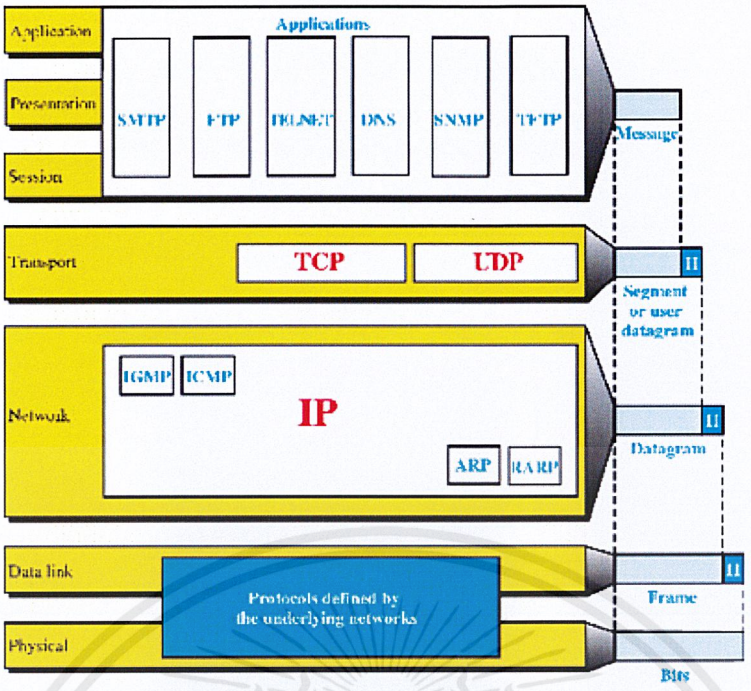
2.8.6 TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)

แพร่หลายเนื่องจากเติบโตพร้อมกับระบบอินเตอร์เน็ต TCP/IP ยังทำงานได้ดีมากกับEthernet จริงจริงแล้ว TCP/IP สามารถถูกจัดได้ 3 เลเยอร์ดังนี้

- Process/Application Layer (เทียบเท่ากับ 3 เลเยอร์บนสุดของ OSI)
- Service/Host-to-Host Layer (เทียบเคียงกับ Transport ของ OSI)
- Internetwork Layer (เทียบเคียงกับ Network ของ OSI)

และที่จริงแล้ว TCP/IP คือชุดของโปรโตคอลหลาย ๆ ตัวที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัวแตกต่างกันไปเช่น HTTP สำหรับการแสดงผลบนเว็บ, FTP สำหรับการถ่ายโอนไฟล์ เป็นต้น TCP/IP ถือว่าเป็นโปรโตคอลที่มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างต่ำและถูกสนับสนุนอย่างแพร่หลายในทุกระบบงาน อาจจะกล่าวได้ว่าการเกิดของ TCP/IP ทำให้หลาย ๆ โปรโตคอลได้ตายหรือหายไปจากระบบสื่อสารก็ว่าได้ ปัจจุบันโปรโตคอล TCP/IP ได้มีความสำคัญต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์มากไม่ว่าจะเป็นอินเตอร์เน็ต โทรศัพท์ คอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์หลักในการให้บริการเราเช่น ระบบธนาคาร

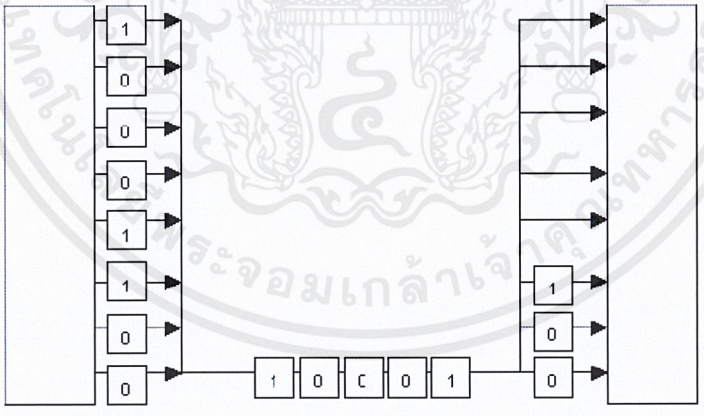
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.37 ชุดโปโตคอล TCP/IP เทียบเคียงกับโมเดล OSI

2.8.7 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Data Transmission Communication)

รูปแบบการส่งผ่านข้อมูลในลักษณะนี้ ทุกบิตที่เข้ารหัสแทนข้อมูลหนึ่งตัวอักษรจะถูกส่งผ่านไปตามสายส่งเรียงล้าดับกันไปทีละบิตในสายส่งเพียงเส้นเดียว ดังภาพที่ 2.38



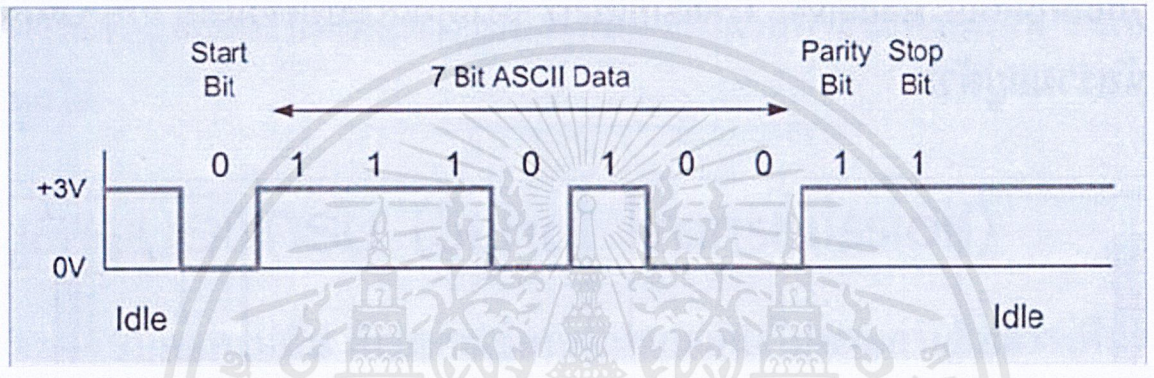
ภาพที่ 2.38 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Data Transmission Communication)

จากภาพตัวอักษรจะประกอบด้วย 8 บิต เรียงเป็นลำดับ ข้อมูลจะถูกส่งออกมาทีละบิตระหว่างต้นทางถึงปลายทางและปลายทางจะรวบรวมบิตเหล่านี้ทีละบิตจนครบ 8 บิต เป็น 1 ตัวอักษร การส่งข้อมูลแบบนี้จะช้ากว่าแบบขนาน แต่ค่าใช้จ่ายจะถูกกว่าแบบขนาน ซึ่งเหมาะสำหรับการส่งระยะทางไกล ๆ โดยทั่วไปแล้วการส่งข้อมูลนั้นจะประกอบไปด้วยกลุ่มของตัวอักษร ดังนั้นในการส่งข้อมูลแบบอนุกรมนี้จึงเกิดปัญหาขึ้นว่าแล้วต้นทางและปลายทางจะทราบได้อย่างไรว่า จะแบ่งแต่ละตัวอักษรตรงบิตใด จึงเกิดวิธีการสื่อสารข้อมูลขึ้น 2 แบบคือ การสื่อสารแบบอะซิงโครนัสและการสื่อสารแบบซิงโครนัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.8 การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous Transmission)

เป็นวิธีที่หลีกเลี่ยงปัญหาด้านเวลา ที่ฝั่งรับไม่ทราบเวลาที่แน่ชัดของข้อมูลที่ส่งมาจากฝั่งส่ง ฝั่งส่งและฝั่งรับไม่ต้องใช้สัญญาณนาฬิกาเดียวกันในการควบคุมจังหวะการรับส่งข้อมูล โดยเริ่มต้นที่ไม่มีการส่งข้อมูลใด จะอยู่ในสภาวะนิ่งเฉย (Idle state) และกำหนดให้สัญญาณมีค่าเป็น 1 เมื่อมีการส่งข้อมูลระดับสัญญาณจะถูกกำหนดให้มีค่าเป็น 0 ท้าให้เกิดเป็นบิตขึ้นมา เรียกว่า บิตเริ่ม (Start bit) เพื่อบอกให้ทราบว่าต่อไปจะมีข้อมูลส่งมา เมื่อฝั่งส่งได้ส่งบิตข้อมูลจนครบแล้ว (5-8 บิต) ก็จะส่งข้อมูลอีกหนึ่งบิตที่มีระดับสัญญาณมีค่าเป็น 1 เป็นตัวปิดท้าย เรียกว่า บิตจบ (Stop bit) เพื่อบอกให้รู้ว่า ได้ส่ง ข้อมูลครบตามจำนวนไบต์แล้ว ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้สื่อสารด้วยวิธีนี้ คือ คีย์บอร์ด ซึ่งจะพบว่าแต่ละตัวอักษรที่พิมพ์ จะมีช่วงเวลาที่แตกต่างกัน และเมื่อไม่มีการพิมพ์ข้อมูลใด ๆ ก็จะอยู่ในสภาวะ Idle

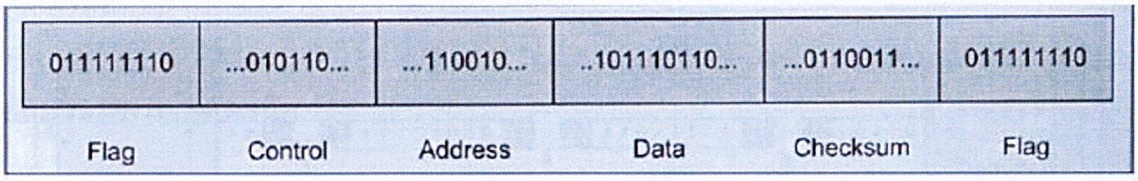


ภาพที่ 2.39 การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous Transmission)

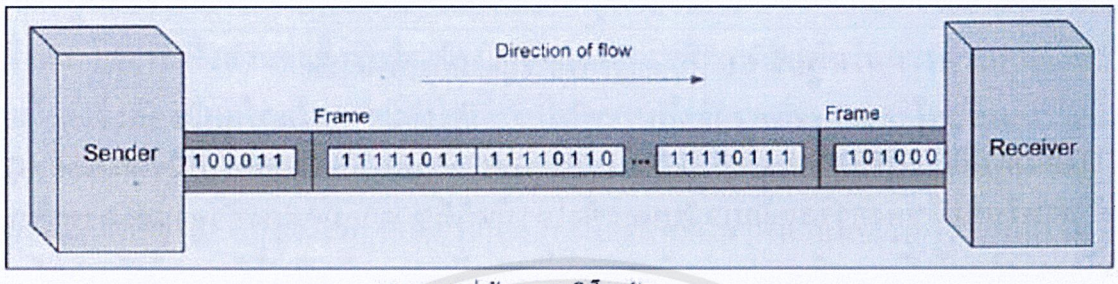
2.8.9 การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous Transmission)

เป็นการส่งกลุ่มข้อมูลแบบต่อเนื่องกันไป โดยบิตที่ทยอยส่งเข้ามาจะมีการรวมกันให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเรียกว่า เฟรม หรือบล็อกข้อมูลซึ่งอาจมีจำนวนมากกว่า 1 พันบิต เมื่อข้อมูลส่งมาถึงปลายทางฝั่งรับจะทำหน้าที่นับจำนวนบิตและจับกลุ่มเป็นไบต์ ซึ่งการส่งข้อมูลวิธีนี้จะไม่มีช่องว่าง และไม่มีบิตเริ่มและบิตจบการไม่มีช่องว่าง บิตเริ่มและบิตจบ ทำให้ฝ่ายรับไม่สามารถทราบได้เลยว่าข้อมูลที่ส่งมาครบหรือไม่ ดังนั้นการควบคุมจังหวะเวลาให้สอดคล้องกันระหว่างอุปกรณ์จึงกลายเป็นสิ่งสำคัญคือทั้งฝั่งส่งและฝั่งรับจะต้องทำงานสอดคล้องกันตามจังหวะสัญญาณนาฬิกา ฝั่งรับจะได้รับสัญญาณนาฬิกามาจากฝั่งส่ง โดยฝั่งส่งสามารถส่งสัญญาณนาฬิกาได้ 2 วิธี วิธีแรกคือส่งสัญญาณนาฬิกาแยกออกมาจากการส่งข้อมูล หรือวิธีที่สองคือส่งสัญญาณนาฬิการวมเข้ากับสัญญาณข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เฟรมข้อมูลที่ส่งในรูปแบบซิงโครนัส



รูปแบบการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส

ภาพที่ 2.40 การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous Transmission)

2.9 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

2.9.1 โปรแกรม AutoCAD 2018

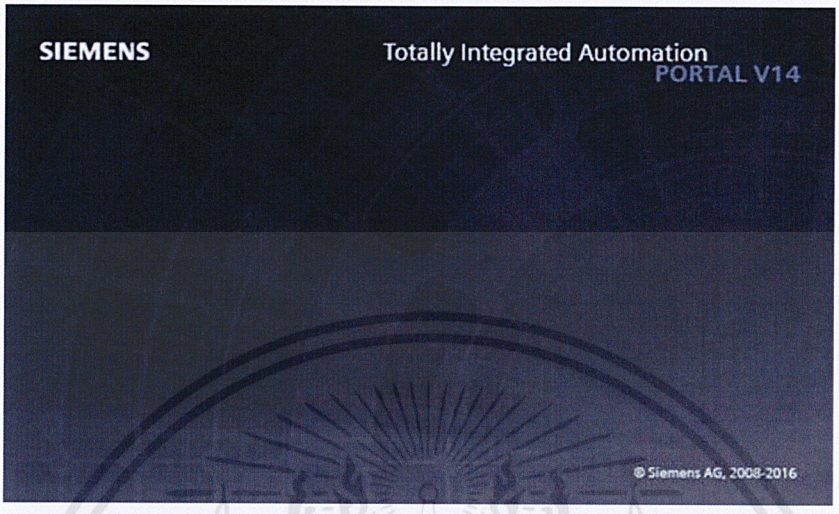
เป็นโปรแกรมที่ใช้ในงานเขียนแบบ 2D และ 3D ออกแบบงานทางด้านวิศวกรรม งานสถาปัต และทางด้านอุตสาหกรรม เช่น การเขียนแบบอาคาร งานเครื่องกล ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ด้วยประสิทธิภาพที่ไร้ขีดจำกัดจึงทำให้ได้รับความนิยมเป็นอันดับต้น ๆ ของโลก

ภาพที่ 2.41 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ออกแบบโต๊ะควบคุมและตู้ MDB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 โปรแกรม TIA Portal V14

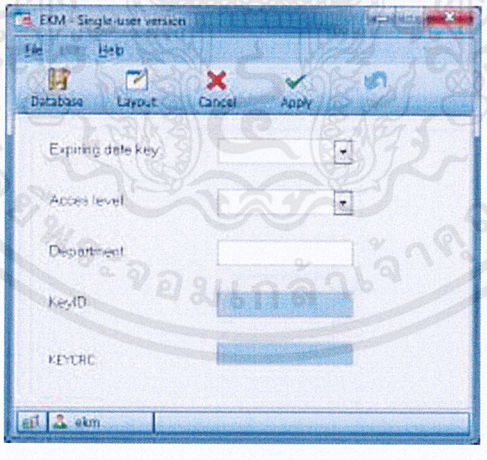
เป็นโปรแกรมของทาง Siemens ที่รวมอุปกรณ์ทุกอย่างมาไว้บนโปรแกรมเดียวกัน ไม่ว่าจะเป็น PLC หรือ HMI ทำให้สะดวกต่อการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานต่าง ๆ



ภาพที่ 2.42 ซอฟต์แวร์ที่ใช้เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของฝายพับได้

2.9.3 โปรแกรม Electronic Key Manager

Electronic Key Manager (EKM) เป็นซอฟต์แวร์สำหรับการเขียนและจัดการ Electronic-Keys บนพีซี



ภาพที่ 2.43 ซอฟต์แวร์ที่ใช้เขียน Electronic-Keys

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการ

3.1 กล่าวนำ

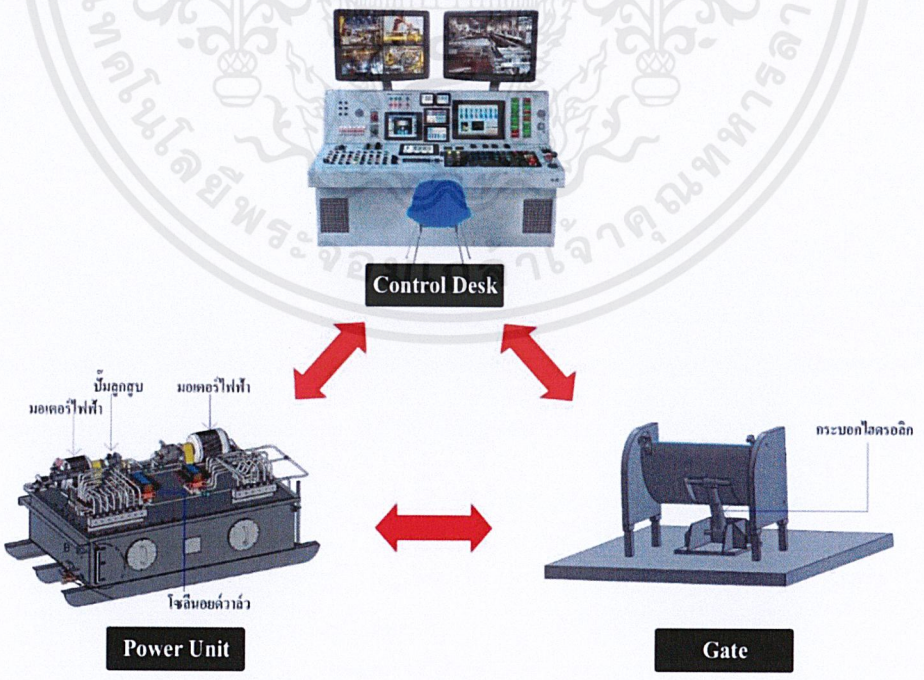
ในการจัดทำระบบควบคุมฝายพับได้แบบอัตโนมัติของบริษัท ออโตเมชั่น คอนโทรล ซีสเทมส์ กรุ๊ป จำกัด ได้เคยทำสำเร็จไปแล้ว จึงต้องทำการศึกษาวิธีการทำงานต่าง ๆ ตั้งแต่การเขียนแบบโต๊ะควบคุม ออกแบบตู้ไฟ เขียนแบบทางไฟฟ้า ออกแบบระบบควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติของฝายพับได้ การทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ กระบอกสูบไฮดรอลิก ชุดต้นกำลัง (Power Unit) สเปคของอุปกรณ์ต่าง ๆ และการเขียนโปรแกรมต่าง ๆ รวมไปถึงความรู้เกี่ยวกับงานชลประทาน ซึ่งขั้นตอนการออกแบบต้องอ้างอิงตามความต้องการหลักของผู้ใช้งานและข้อจำกัดของอุปกรณ์ มีวิธีดำเนินงานตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.2 โครงสร้างของฝายพับได้

3.2.1 ส่วนประกอบของฝายพับได้

ระบบการทำงานของฝายพับได้ ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ ดังนี้

1. โต๊ะควบคุม (Control Desk)
2. ชุดต้นกำลัง (Power Unit)
3. บานฝายพับ (Gate)



ภาพที่ 3.1 โครงสร้างของฝายพับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

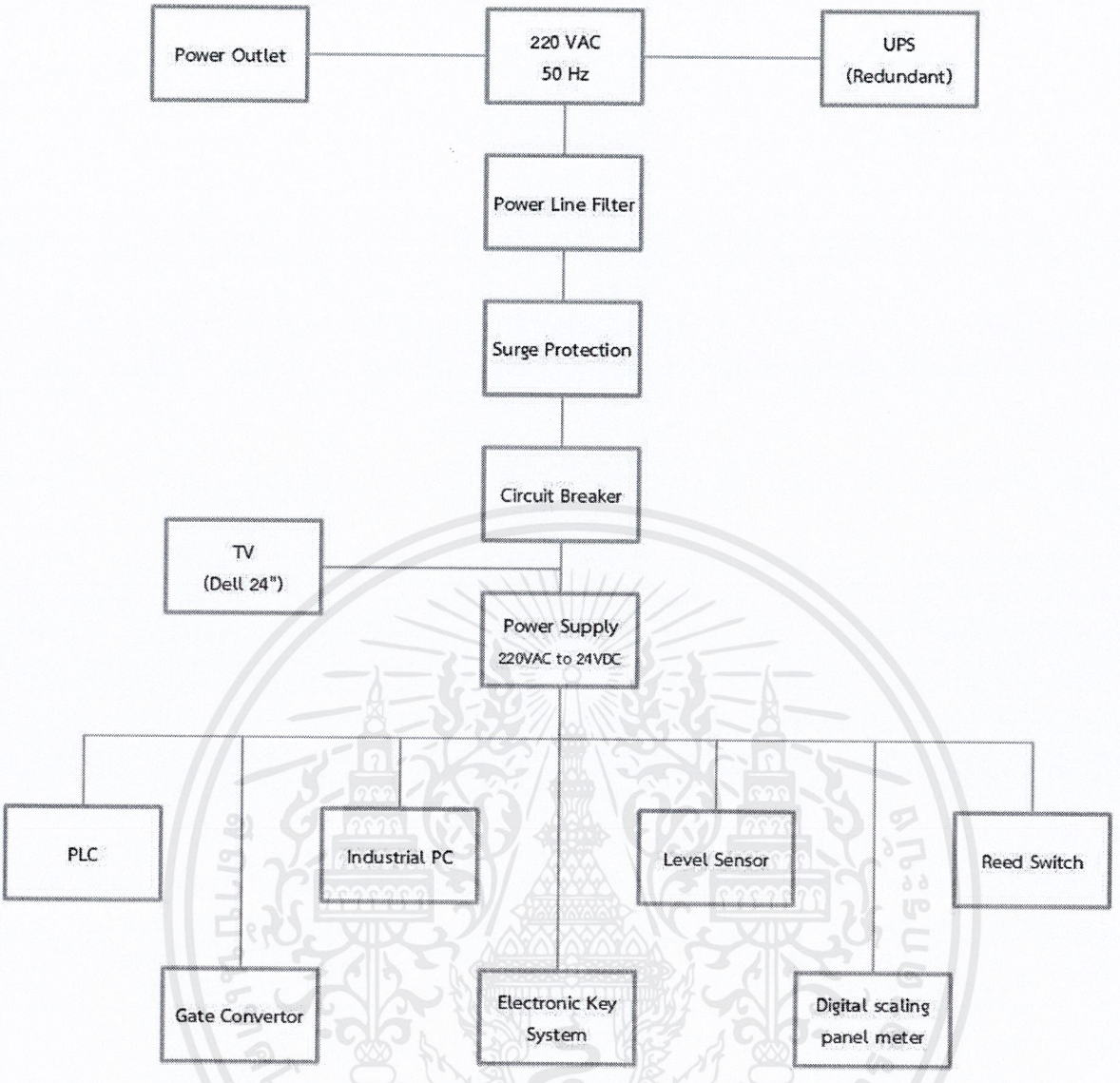
3.2.2 ขั้นตอนการทำงานของฝายพับได้

เมื่อต้องการควบคุมการทำงานของบานฝายพับต้องควบคุมผ่านโต๊ะควบคุม ซึ่งภายในโต๊ะจะมีสวิตช์ต่าง ๆ หรือหน้าจอทัชสกรีนสำหรับควบคุมการทำงานของระบบ และมีไฟแสดงสถานะการทำงานของฝายพับได้ เมื่อกดปุ่มเริ่มการทำงานของระบบแล้วสั่งให้บานฝายยกขึ้นหรือพับลง ระบบควบคุมจะทำการประมวลผลสัญญาณส่งไปที่ชุดต้นกำลัง โดยระบบควบคุมจะทำการสั่งมอเตอร์ปั๊มและโซลินอยด์วาล์วเพื่อควบคุมการปรับระดับบานฝายโดยจะปั๊มน้ำมันเข้าหรือออกจากถังน้ำมันไปยังกระบอกไฮดรอลิกผ่านท่อน้ำมัน โดยท่อน้ำมันจะถูกต่อไปยังหัวและตูดของกระบอกไฮดรอลิก ทำให้บานฝายพับเกิดการปรับระดับ (เปลี่ยนตำแหน่ง) ตามการสั่งงานจากโต๊ะควบคุม เมื่อบานฝายเกิดการเคลื่อนที่ บานฝายจะส่งค่าตำแหน่งของบานฝายกลับไปที่โต๊ะควบคุมเพื่อประมวลผลการปรับระดับตำแหน่งบานฝายพับ โดยมีเซนเซอร์ Absolute Encoder (ชนิดใช้งานใต้น้ำ) เป็นตัวบอกตำแหน่งความสูงของบานฝายในแนวดิ่ง

3.3 แนวคิดการออกแบบโต๊ะควบคุม

โต๊ะควบคุม (Control desk) เป็นส่วนที่ใช้สำหรับควบคุมการทำงานทุกอย่างของระบบควบคุมฝายพับได้อัตโนมัติ เปรียบเสมือนเป็นหัวใจของระบบ การออกแบบโต๊ะควบคุมนั้นจะต้องรู้และเข้าใจการทำงานของระบบที่เราจะสั่งการ ก่อนที่จะเขียนแบบโต๊ะควบคุมนจะต้องเขียนแนวคิดหลัก (Concept) ของโต๊ะควบคุมแบบที่ระบบต้องการก่อน โดยที่แนวคิดของเราจะนำโต๊ะควบคุมตั้งไว้ในอาคารควบคุมซึ่งมีระบบไฟฟ้าสำรอง (Redundant) สำหรับโต๊ะควบคุมโดยใช้ UPS สำหรับไฟฟ้าหลักที่เข้ามานั้นก็จะถูกกรองสัญญาณรบกวนด้วยอุปกรณ์ Power Line Filter จากนั้นจะถูกป้องกันด้วยอุปกรณ์ Surge Protection และจะมี Power Supply เพื่อแปลงจาก 220 VAC เป็น 220VDC เพื่อนำไปใช้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังภาพที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 แนวคิดหลัก (Concept) ของการออกแบบโต๊ะควบคุม (Control desk)

3.4 จัดทำ BOM (Bills of Materials) ของโต๊ะควบคุม

อุปกรณ์ที่นำมาประกอบกันเป็นโต๊ะควบคุมต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายอย่าง เช่น ราคา ประสิทธิภาพในการทำงาน ความทนทานต่อการใช้งาน อายุการใช้งาน ความคุ้มค่าเมื่อเทียบกับรุ่นอื่น เป็นต้น โดยต้องคำนึงถึงความต้องการของผู้ใช้งานเป็นหลัก

อุปกรณ์ของโต๊ะควบคุมจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของหน้าโต๊ะควบคุมและส่วนภายในโต๊ะควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 BOM List ของอุปกรณ์หน้าโต๊ะควบคุม

Item	Description	Model	Vendor	QTY.
1	Emergency stop switch foolproof (Ø40)	44-712	EAO	1
2	Holder (Plastic) for Emergency	44-900	EAO	1
3	Switching Element (1 NC)	44-121	EAO	1
4	Illuminate Pushbutton (Green)	82-6152.1134	EAO	2
5	Illuminate Pushbutton (Red)	82-6152.1114	EAO	1
6	Illuminate Pushbutton (Blue)	82-6151.1124	EAO	1
7	Illuminate Pushbutton (Yellow)	82-6152.1144	EAO	1
8	Pushbutton 22 mm stainless-steel	82-6152.1000	EAO	1
9	Indicator 22 mm stainless-steel (Green)	82-6152.0134	EAO	5
10	Indicator 22 mm stainless-steel (Yellow)	82-6152.0144	EAO	1
11	Indicator 22 mm stainless-steel (Red)	82-6152.0114	EAO	4
12	Indicator 22 mm stainless-steel (White)	82-6152.0154	EAO	2
13	Buzzer	45-2H00.1016.000	EAO	1
14	Holder (Plastic)	45-2300.1000.000	EAO	5
15	Selector switch actuator 3 positions	45-2819.4C90.003	EAO	4
16	Switching Element (1 NO)	45-311.1Z10	EAO	8
17	Monitor 24 inch	P2418HT	DELL	1
18	Gate Converter For VRE	GCW-10F5-G2-D-1-VR-AT-1	NSD	3
19	Electronic-Key Adapter with digital output	EKS-A-IPL-G01-ST05/02	EUCHNER	1
20	Electronic-Key read/write (Red)	EKS-A-K1RDWT32-EU	EUCHNER	2
21	Electronic-Key read/write (Blue)	EKS-A-K1BUWT32-EU	EUCHNER	2
22	Electronic-Key read/write (Green)	EKS-A-K1GNWT32-EU	EUCHNER	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 BOM List ของอุปกรณ์ภายในโต๊ะควบคุม

Item	Description	Model	Vendor	QTY.
1	Miniature Circuit Breaker 2 Pole 16A	S202M-C6	ABB	1
2	Power Line Filters AC 1 Phase 250/ DC250	NAP-16-472-D	Cosel	1
3	Power Supplies 300W ACIN 115V-264V 24V 12.5A	PLA300F-24	Cosel	1
4	Industrial PC SIMATIC IPC427C	6ES7647-7BJ21-0AX0	Siemens	1
5	Main PLC SIMATIC S7-1200, CPU 1215C, DC/DC/Relay	6ES7647-7BJ21-0AX0	Siemens	1
6	Digital Input SIMATIC S7-1200, SM 1221, 16 DI x 24 V DC	6ES7221-1BH32-0XB0	Siemens	1
7	Digital input SIMATIC S7-1200, SM 1221, 8 DI x 24 V DC	6ES7221-1BF32-0XB0	Siemens	1
8	Digital Output SIMATIC S7-1200, SM 1222, 16 DO x 24 V DC	6ES7222-1BH32-0XB0	Siemens	2
9	Analog Input SIMATIC S7-1200, SM 1231, 4 AI	6ES7231-4HD32-0XB0	Siemens	1
10	Communication module SIMATIC S7-1200, CM 1241, RS232	6ES7241-1AH32-0XB0	Siemens	3
11	3G router SCALANCE M874-3	6GK5874-3AA00-2AA2	Siemens	1
12	Ethernet Switch SCALANCE XB008	6GK5008-0BA10-1AB2	Siemens	1
13	C-Plug	6GK1900-0AB10	Siemens	1
14	Memory Cards	6ES7954-8LC03-0AA0	Siemens	1
15	Antenna ANT794-4MR	6NH9860-1AA00	Siemens	1
16	LED Batten 220 VAC 4W	COMFO BAT 0304 830	Osram	1
17	EMF Filter Surge Protection device	SFP 1-20/230AC-2859987	Phoenix Contact	1
18	Surge Protection 280 V/40 kA	VPU II 1+1/R	Weidmüller	1
19	Relay	DRM270024L	Weidmüller	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

Item	Description	Model	Vendor	QTY.
20	Relay Bases	FS 2CO	Weidmüller	14
20	Digital scaling panel meter	A622B-04	WATANABE	1
21	Terminal block push-in	PT2,5	Phoenix Contact	86
22	End Plate Push In	D-ST 2,5	Phoenix Contact	3
23	Stopper (End Bracket)	E/UK	Phoenix Contact	4
24	Jumper	FBS 10-5	Phoenix Contact	4

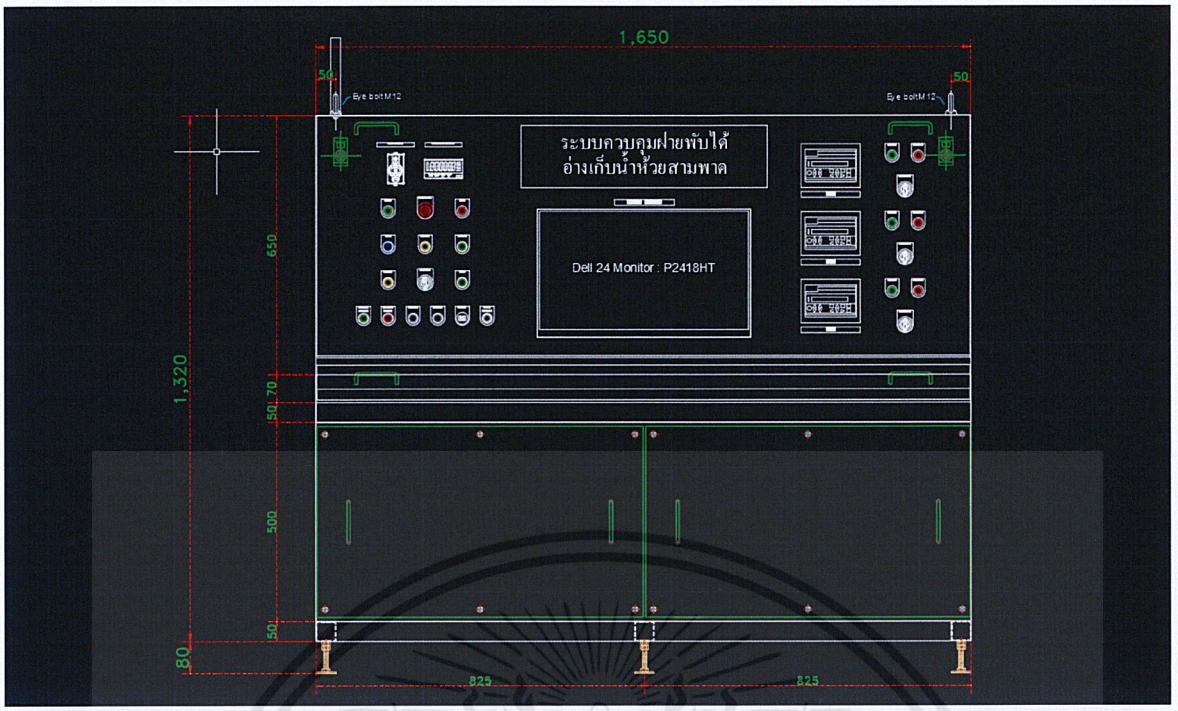
3.5 เขียนแบบโต๊ะควบคุมและแบบทางไฟฟ้าของโต๊ะควบคุม

การออกแบบโต๊ะควบคุมและแบบทางไฟฟ้าจะถูกเขียนด้วยโปรแกรม AutoCAD 2018 โดยนำแบบของโต๊ะควบคุมและแบบทางไฟฟ้าของงานเก่าที่สำเร็จไปแล้วของบริษัท ออโตเมชั่น คอนโทรล ซีสเทมส์ กรุ๊ป จำกัด มาทำการแก้ไขให้เหมาะสมกับงานและอุปกรณ์ที่ใช้ โดยการออกแบบจะแบ่งออกเป็นส่วนหน้าโต๊ะควบคุม ส่วนภายในโต๊ะควบคุม การออกแบบโครงสร้างของโต๊ะ และแบบทางไฟฟ้าอีกด้วย

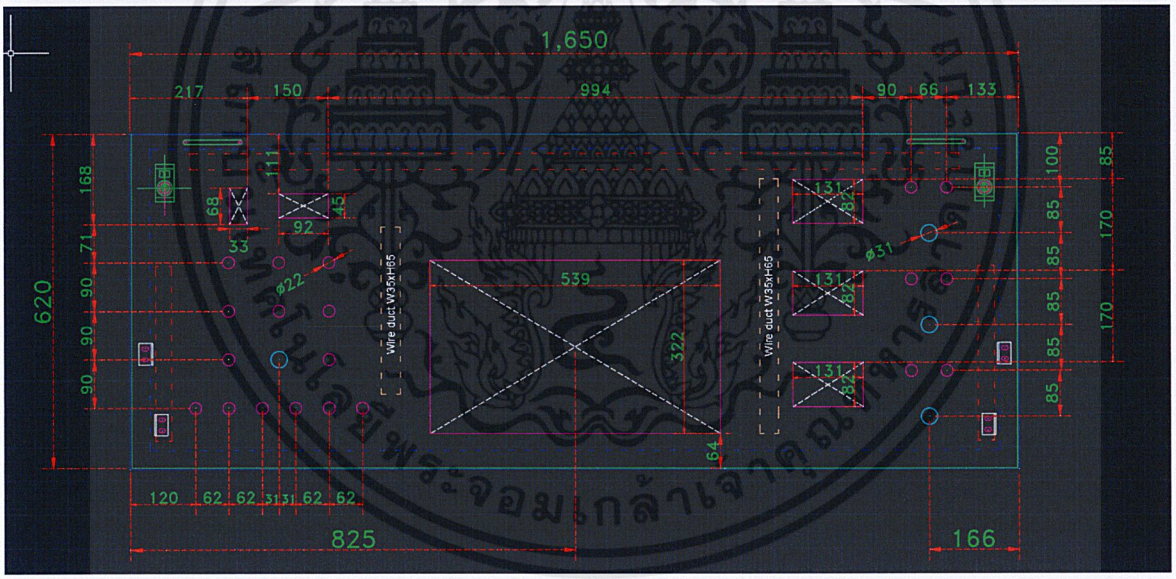
3.5.1 ส่วนหน้าโต๊ะควบคุม

โต๊ะควบคุมด้านหน้าจะเป็นส่วนที่ไว้ใช้สั่งการการทำงานของระบบและแสดงผลการทำงานของระบบ ซึ่งจะประกอบด้วยอุปกรณ์สั่งการและอุปกรณ์แสดงผล เช่น สวิตช์ปุ่มกด (Push Button Switch) ไฟแสดงสถานะ (Pilot Indicator Lamp) ทีวี เป็นต้น โดยต้องนำอุปกรณ์ที่ใช้มาจัดวางภายหน้าโต๊ะขนาดความกว้างไม่เกิน 2000 มิลลิเมตร ในตำแหน่งที่เหมาะสม สวยงาม และสะดวกต่อการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 การจัดวางอุปกรณ์หน้าโต๊ะควบคุม

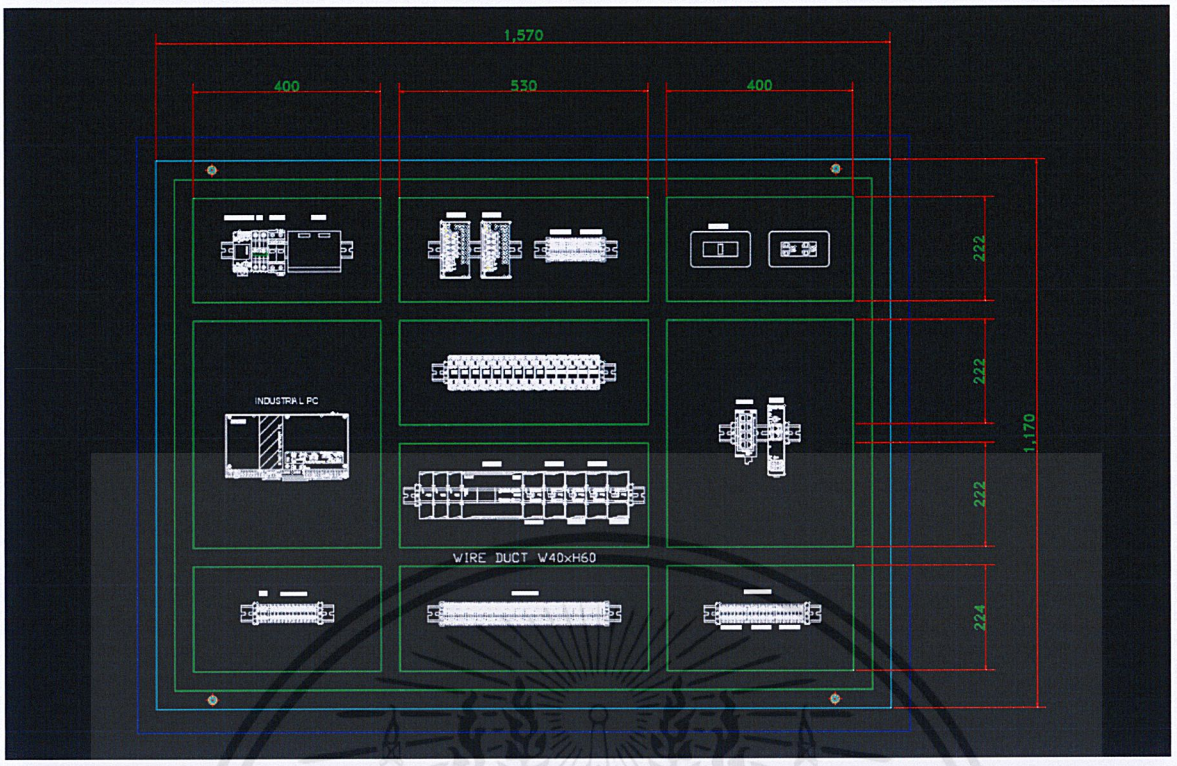


ภาพที่ 3.4 การกำหนดขนาดรูของอุปกรณ์หน้าโต๊ะควบคุม

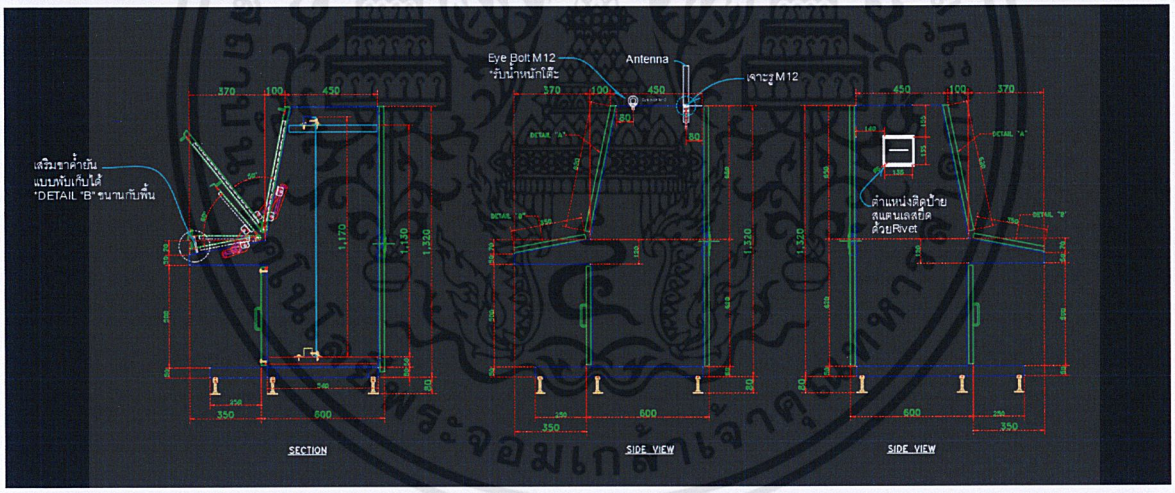
3.5.2 ส่วนภายในโต๊ะควบคุม

ด้านหลังโต๊ะควบคุม จะประกอบด้วยอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของระบบ และอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายไฟ เช่น PLC, Circuit Breaker, Surge Protection, Power Supply, Network Modem 3G, Terminal เป็นต้น ซึ่งการจัดวางจะต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ของอุปกรณ์ที่นำมาใช้ร่วมกัน ระยะการ Wiring สายและความเป็นระเบียบเรียบร้อย โดยจัดให้อุปกรณ์ควบคุมการจ่ายไฟและแปลงแรงดันอยู่ชั้นบนสุด อุปกรณ์ประมวลผลอยู่ชั้นกลาง และ Terminal สัญญาณต่าง ๆ อยู่ชั้นล่างสุด ดังภาพที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

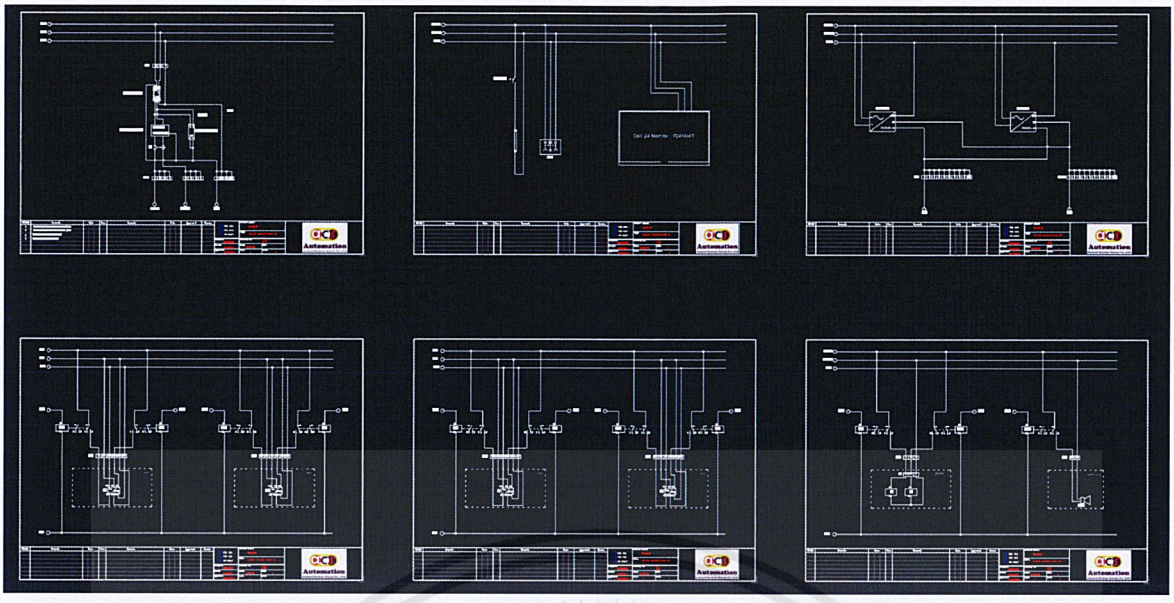


ภาพที่ 3.5 การจัดวางอุปกรณ์ภายในโต๊ะควบคุม



ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างการออกแบบโครงสร้างของโต๊ะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

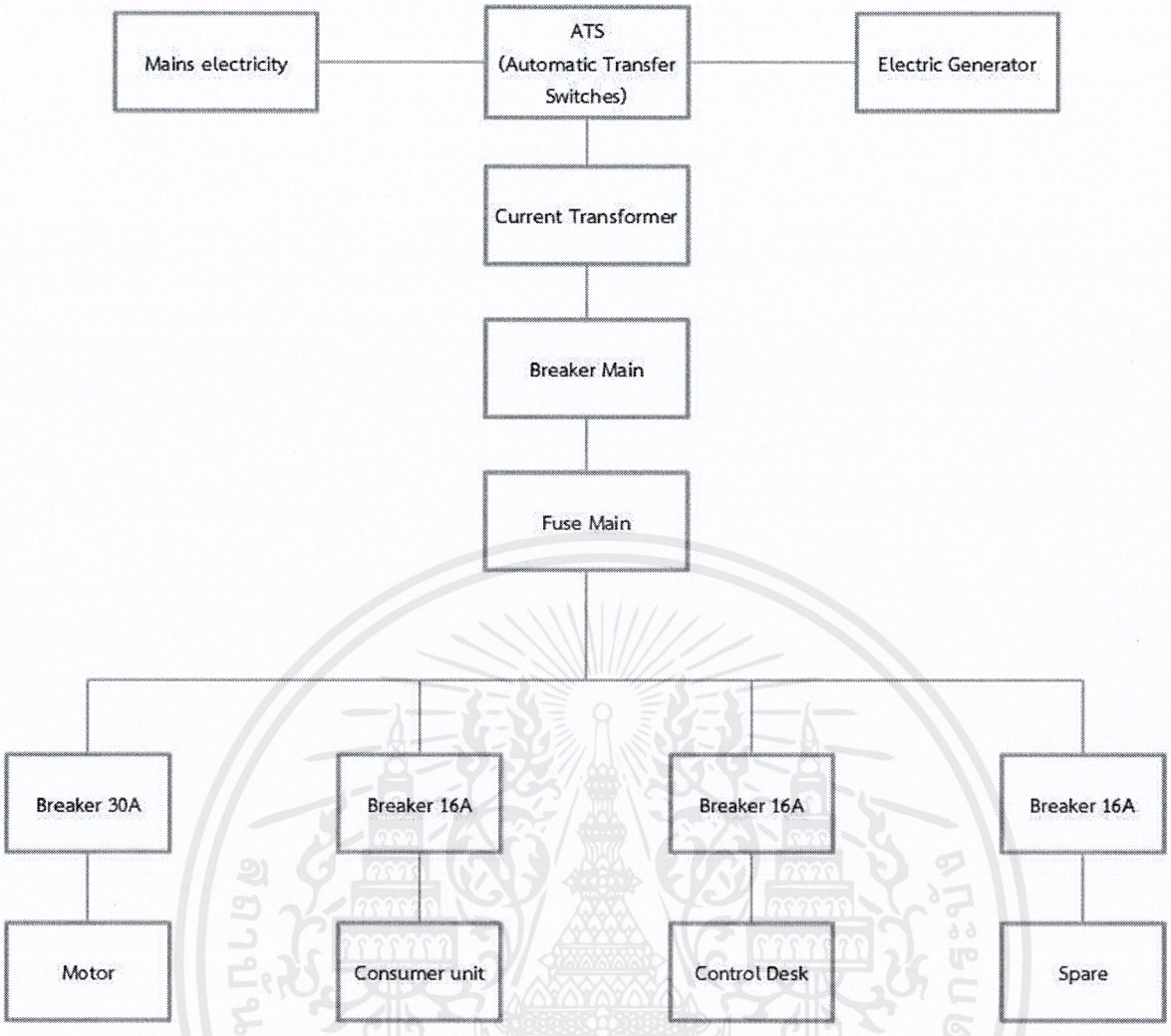


ภาพที่ 3.7 ตัวอย่างการออกแบบทางไฟฟ้าของโต๊ะควบคุม

3.6 แนวคิดการออกแบบตู้ MDB

ตู้ MDB (Main Distribution Board) เป็นตู้รับไฟหลักจากการไฟฟ้าหรือด้านแรงดันต่ำของหม้อแปลงจำหน่าย จึงเป็นตู้ที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าต่าง ๆ เพื่อทำหน้าที่หลักคือจ่ายกำลังไฟฟ้าไปยังส่วนต่าง ๆ เปรียบเสมือนแหล่งพลังงานหลักของระบบ ก่อนที่จะเขียนแบบตู้ MDB นั้นจะต้องเขียนแนวคิดหลักของตู้ MDB ก่อน โดยตู้ MDB จะรับไฟมาจากตู้ ATS (Automatic Transfer Switches) ที่เป็นตู้เลือกแหล่งจ่ายไฟ ซึ่งในโครงการนี้จะรับไฟมาจาก 2 แหล่งคือจากการไฟฟ้าและเครื่องปั่นไฟสำรอง จากนั้นไปเข้าอุปกรณ์วัดกระแสไฟฟ้า (Current Transformer) ซึ่งจะลดกระแสที่มีขนาดใหญ่ให้เล็กลง เพื่อความปลอดภัยของการใช้งาน หลังจากนั้นเข้าเบรกเกอร์หลัก (Curcuit Breaker) ขนาด 125 A เพื่อควบคุมการจ่ายไฟไปให้กับเบรกเกอร์ย่อย 4 ตัว โดยเบรกเกอร์ 3 ตัวแรกขนาด 16 A ที่ควบคุมการจ่ายไฟแก่ไฟภายในอาคาร โต๊ะควบคุม และสำรองไว้ ตามลำดับ และเบรกเกอร์อีกตัวขนาด 30 A สำหรับควบคุมการจ่ายไฟให้กับมอเตอร์ที่ชุดต้นกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.8 แนวคิดหลัก (Concept) ของการออกแบบตู้ MDB (Main Distribution Board)

3.7 จัดทำ BOM (Bills of Materials) ของตู้ MDB

ตู้ MDB จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนหน้าตู้ MDB ซึ่งจะแสดงสถานะ ค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ของไฟ 3 เฟส ส่วนภายในตู้ MDB จะเป็นส่วนที่ควบคุมการจ่ายไฟฟ้าไปยังส่วนย่อยต่าง ๆ

ตารางที่ 3.3 BOM List ของอุปกรณ์หน้าตู้ MDB

Item	Description	Model	Vendor	QTY.
1	Indicator 22 mm stainless-steel (Red)	82-6152.0116	EAO	1
2	Indicator 22 mm stainless-steel (White)	82-6152.0156	EAO	1
3	Indicator 22 mm stainless-steel (Blue)	82-6152.0126	EAO	1
4	Analogue Panel Voltmeter 600VAC	CP-96	SHINOHAWA	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

Item	Description	Model	Vendor	QTY.
5	Cam Selector Switch Volt เหลือง-แดง	Model B 48x60	SHINOHAWA	1
6	Analogue Panel Ammeter 100/5A	CP-96	SHINOHAWA	1
7	Cam Selector Switch Amp เหลือง-แดง	Model B 48x60	SHINOHAWA	1

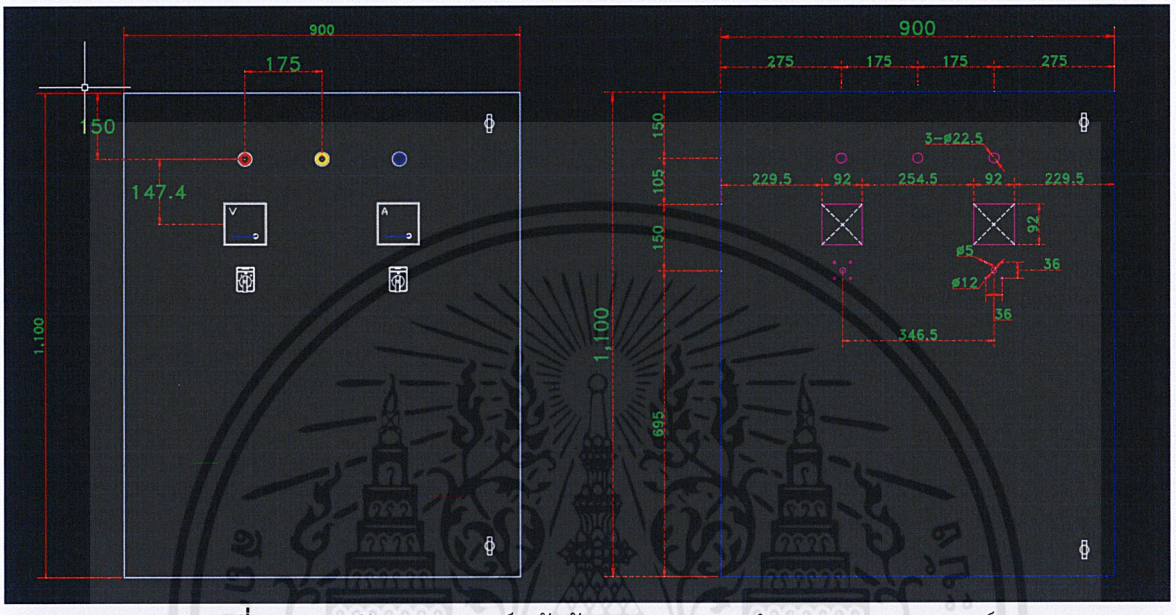
ตารางที่ 3.4 BOM List ของอุปกรณ์ภายในตู้ MDB

Item	Description	Model	Vendor	QTY.
1	Current Transformer (CT)	CT017	SHINOHAWA	3
2	Main Breaker 100 A 100-1000 3p	A1A 100 TW	ABB	1
3	Miniature Circuit Breaker 2 Pole 16A	S202M-C16	ABB	3
4	Circuit Breakers 2 Pole 30A	A1A030TW-2	ABB	1
5	Fuse Main SIBA 80A	NH00	SIBA	3
6	Fuse-base 3 pole	2100103 NH00	SIBA	1
7	ลูกฟิวส์ 16A (Fuse Lamp)	RT14-16	SHINOHAWA	3
8	Base Fuse 3P	RT18-32	SHINOHAWA	1
9	Surge Protection 3 Phase 280 V/40 kA	VPU II 3+1/R	Weidmüller	1
10	Magnetic contactors AC / DC Operated 3-pole 32A 7.5hp	AF16-30-10-13	ABB	2
11	Thermal Overload Relay	TF42-16	ABB	2
12	Digital Phase Protector 3 Phase	W-OP4	WIP	1
13	Terminal Blocks, BNH15LWT	BNH15LWTPN50	IDEC	23
14	End Plate, BNE15W	BNE15WPN10	IDEC	3
15	Terminal Blocks, BN75W	BN75WPN10	IDEC	4
16	End Plate, BNE75W	BNE75WPN10	IDEC	2
17	Mounting Clips, BNL6	BNL6PN10	IDEC	3

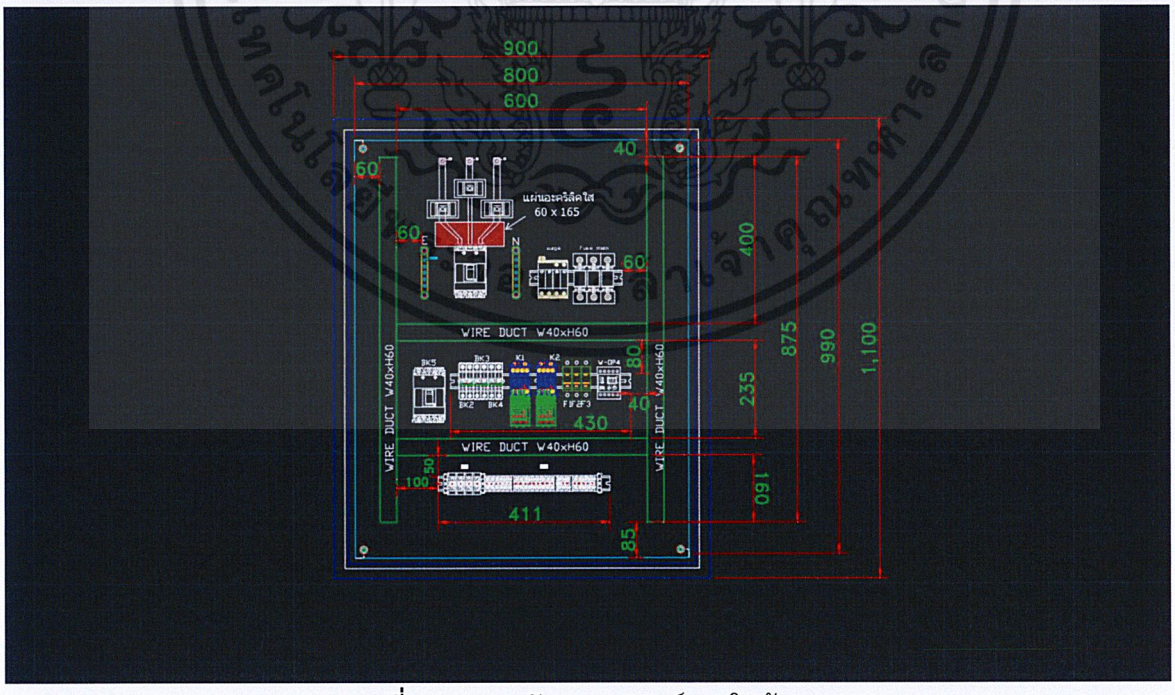
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 เขียนแบบตู้ MDB และแบบทางไฟฟ้าของตู้ MDB

การออกแบบตู้ MDB และแบบทางไฟฟ้าจะถูกเขียนด้วยโปรแกรม AutoCAD 2018 โดยนำแบบของตู้ MDB และแบบทางไฟฟ้าของงานเก่าที่สำเร็จไปแล้วของบริษัท ออโตเมชั่น คอนโทรล ซีสเทมส์ กรุ๊ป จำกัด มาทำการแก้ไขให้เหมาะสมกับงานและอุปกรณ์ที่ใช้ โดยการออกแบบจะแบ่งออกเป็น ส่วนหน้าตู้ MDB ส่วนภายในตู้ MDB การออกแบบโครงสร้างของตู้ และแบบทางไฟฟ้าอีกด้วย

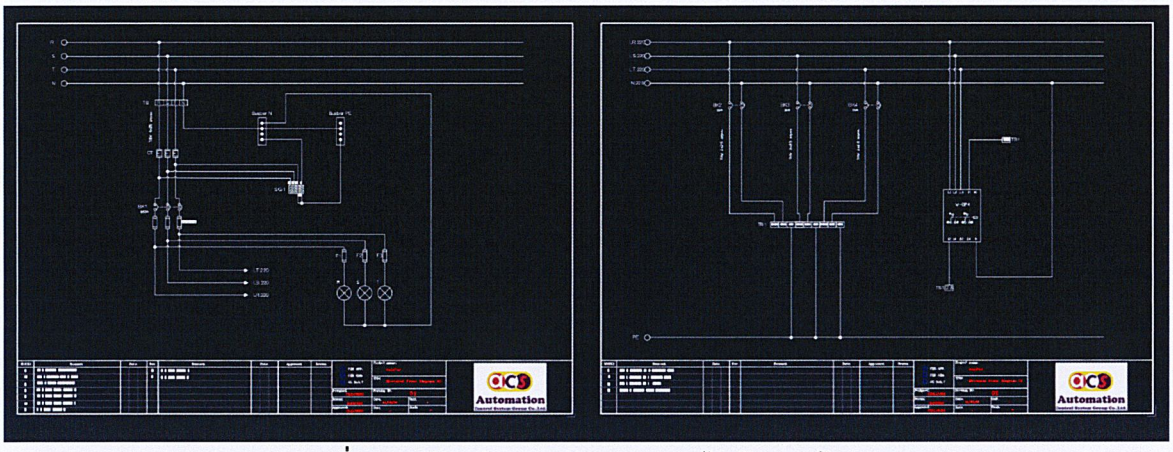


ภาพที่ 3.9 การจัดวางอุปกรณ์หน้าตู้ MDB และการกำหนดขนาดรูอุปกรณ์



ภาพที่ 3.10 การจัดวางอุปกรณ์ภายในตู้ MDB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



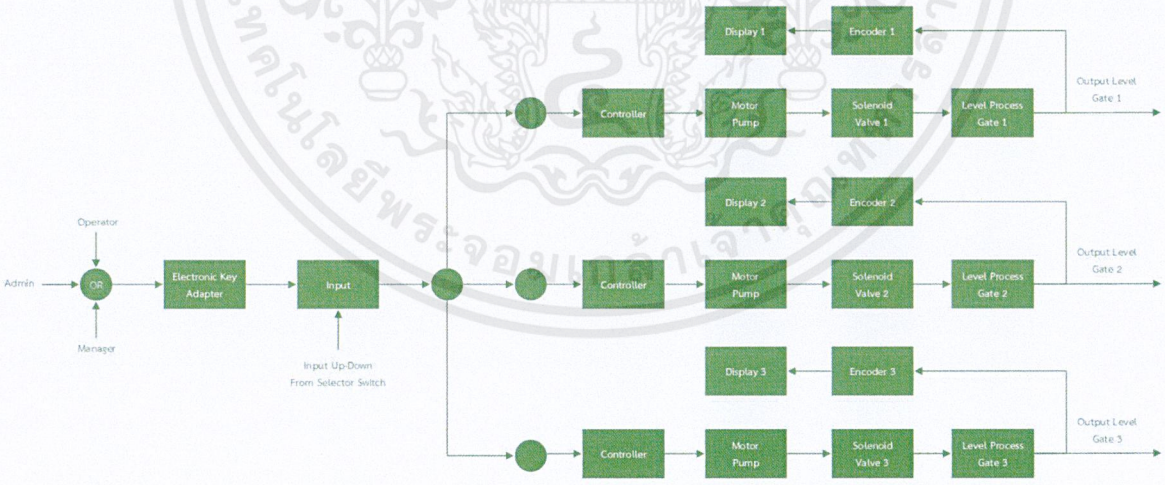
ภาพที่ 3.11 ตัวอย่างการออกแบบทางไฟฟ้าของตู้ MDB

3.9 ระบบควบคุม (Control Mode)

ระบบควบคุมที่ใช้ควบคุมการทำงานของฝายพับได้จะมี 3 โหมดการทำงาน ดังนี้

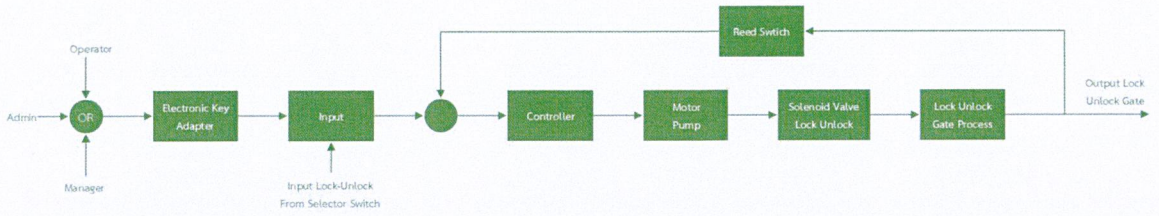
3.9.1 การควบคุมโดยผู้ปฏิบัติงาน (Manual Mode)

สำหรับโหมดควบคุมการทำงานโดยผู้ปฏิบัติการนั้น ผู้ใช้งานจะต้องปฏิบัติงานภายในอาคารควบคุมผ่านโต๊ะควบคุม และผู้ใช้งานจะต้องมี Electronic-Key จึงจะสามารถสั่งการทำงานได้ โดยผู้ใช้งานสามารถสั่งบานฝายพับเปิด-ปิดตามระดับที่ผู้ใช้งานต้องการด้วยซีเล็คเตอร์สวิตซ์ (Selector Switch) และสามารถสั่งล็อก-ปลดล็อกกระบอกล็อกบานด้วยซีเล็คเตอร์สวิตซ์ โดยจะสั่งล็อกหรือปลดล็อกได้เมื่อบานฝายทุกบานอยู่ในตำแหน่งสูงสุดทั้งหมด



ภาพที่ 3.12 Block Diagram การสั่งเปิด-ปิดฝายพับ 3 บานของโหมดควบคุมโดยผู้ปฏิบัติงาน

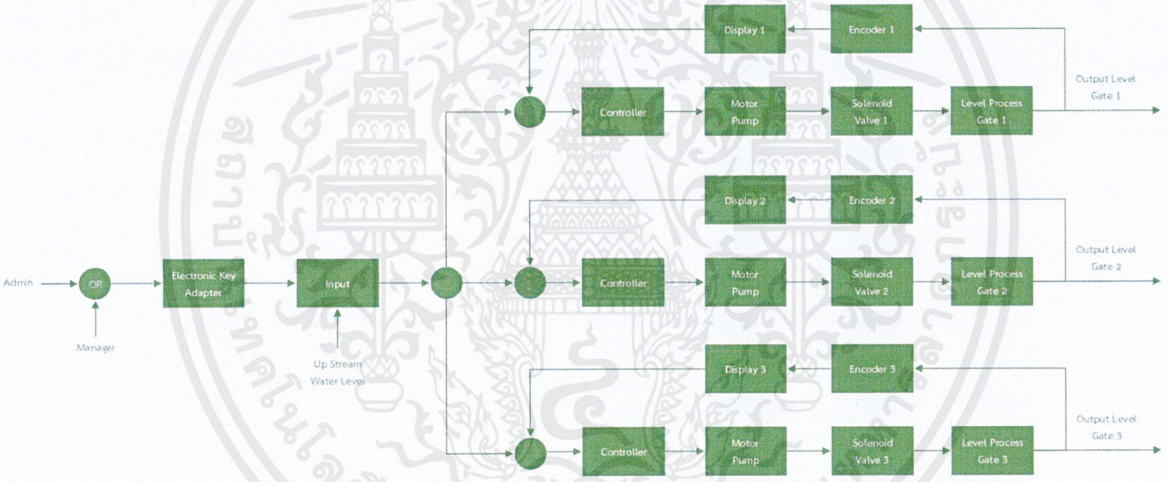
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



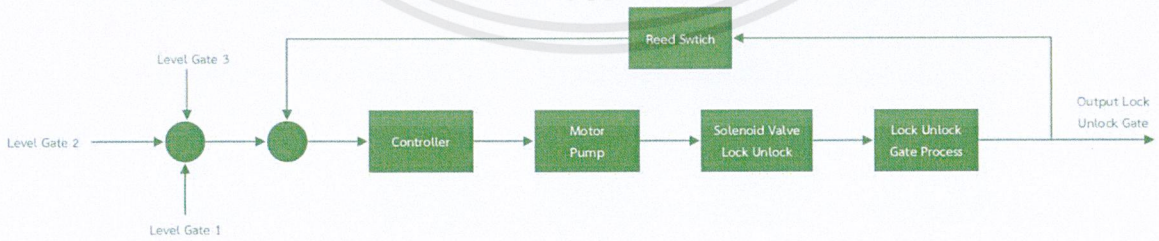
ภาพที่ 3.13 Block Diagram การสั่งล็อก-ปลดล็อกบานของโหมดควบคุมโดยผู้ปฏิบัติงาน

3.9.2 การควบคุมแบบอัตโนมัติ (Auto Mode)

สำหรับโหมดควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ ผู้ใช้งานที่จะต้องมี Electronic-Key จึงจะสามารถสั่งการทำงานได้ ซึ่งประกอบด้วยทางบริษัทและระดับผู้สั่งการ (Manager) โดยนำ Electronic-Key ไปเสียบไว้ ซึ่งการทำงานของโหมดนี้จะถูกโปรแกรมไว้ว่าถ้าระดับน้ำหน้าฝาย (Upstream Water Level) สูงเกินกว่าระดับน้ำทะเลที่กำหนด ระบบจะทำการปลดล็อกกระบอกล็อกบาน จากนั้นทำการลดระดับบานฝายพับลงครั้งละ 10 เซนติเมตร ทุก ๆ 30 นาทีจนกว่าระดับน้ำหน้าฝายจะอยู่ในระดับที่ปลอดภัย



ภาพที่ 3.14 Block Diagram การสั่งเปิด-ปิดฝายพับ 3 บานของโหมดควบคุมแบบอัตโนมัติ

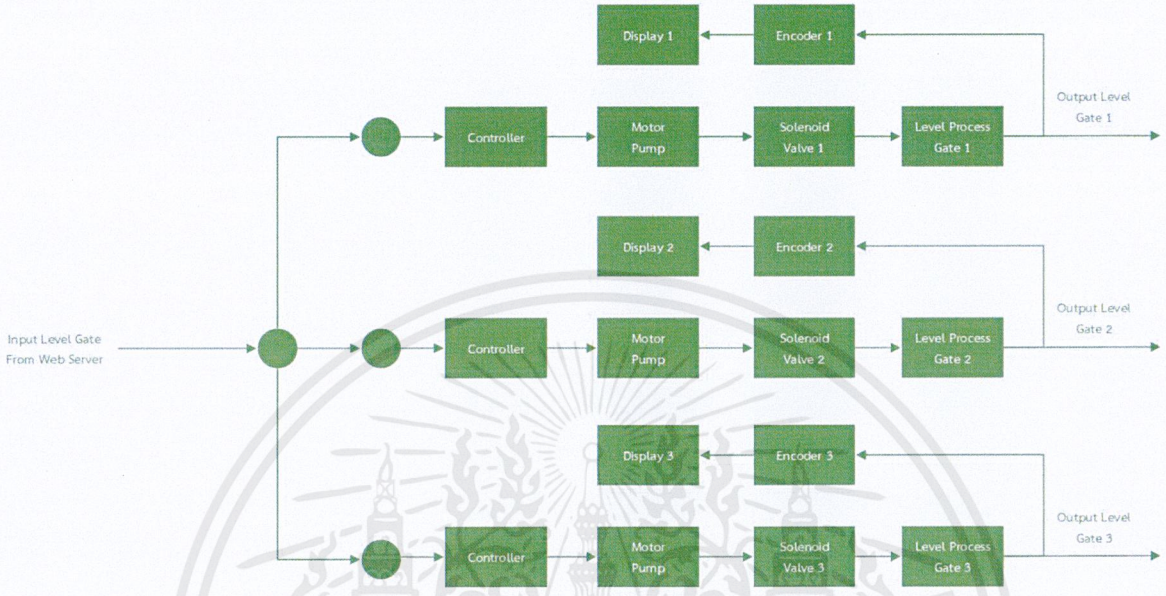


ภาพที่ 3.15 Block Diagram การสั่งล็อก-ปลดล็อกบานของโหมดควบคุมแบบอัตโนมัติ

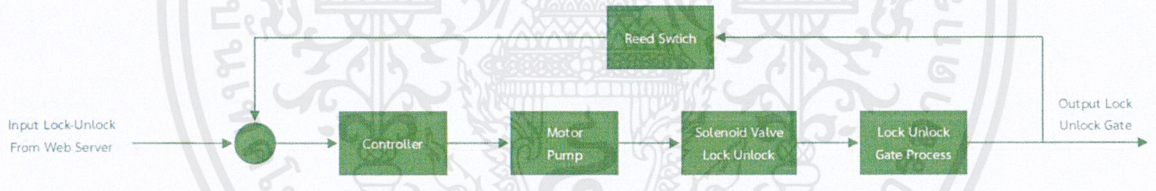
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9.3 การควบคุมระยะไกล (Remote Mode)

สำหรับโหมดการควบคุมระยะไกล ผู้ใช้งานจะควบคุมผ่าน Web Server โดยสามารถควบคุมการเปิด-ปิดบานฝายด้วยระดับบานที่ผู้ใช้งานต้องการ สามารถสั่งล็อก-ปลดล็อกกระบอกล็อกบานได้เหมือนกับโหมด Manual และยังสามารถดูค่าต่าง ๆ ผ่านหน้า Web ได้อีกด้วย



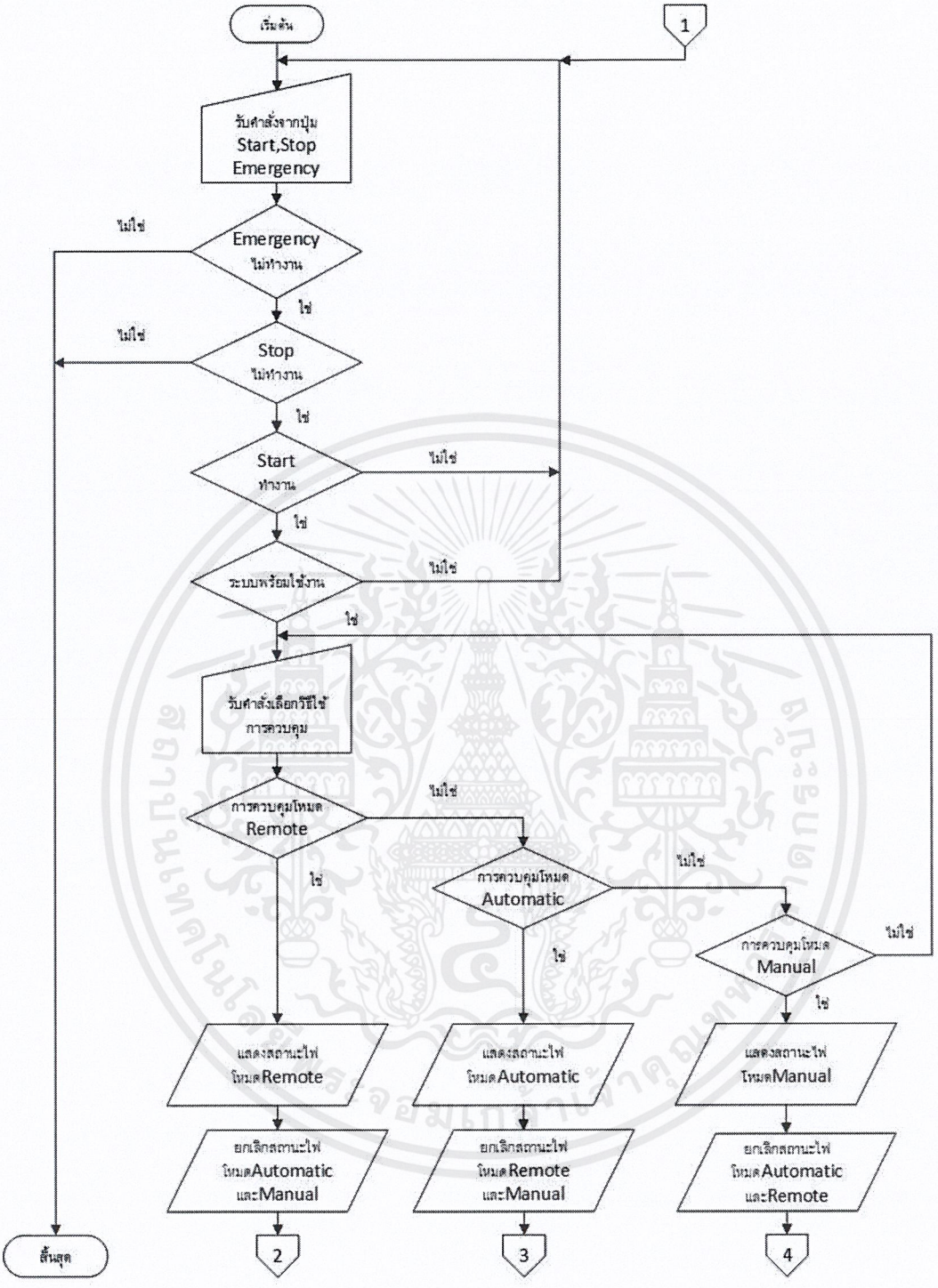
ภาพที่ 3.16 Block Diagram การสั่งเปิด-ปิดฝายพับ 3 บานของโหมดควบคุมระยะไกล



ภาพที่ 3.17 Block Diagram การสั่งล็อก-ปลดล็อกบานของโหมดควบคุมแบบอัตโนมัติ

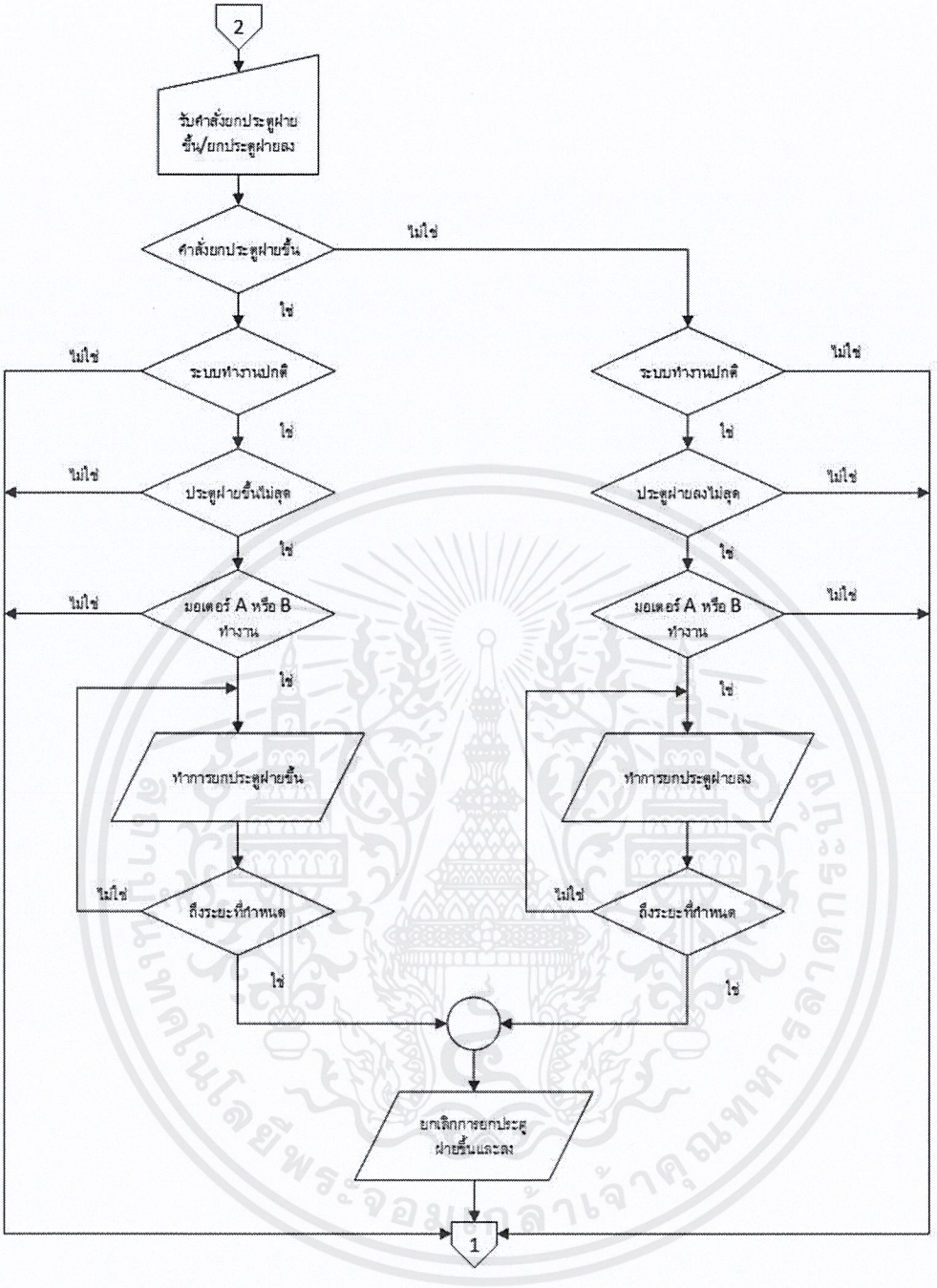
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9.4 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของแต่ละโหมดควบคุม



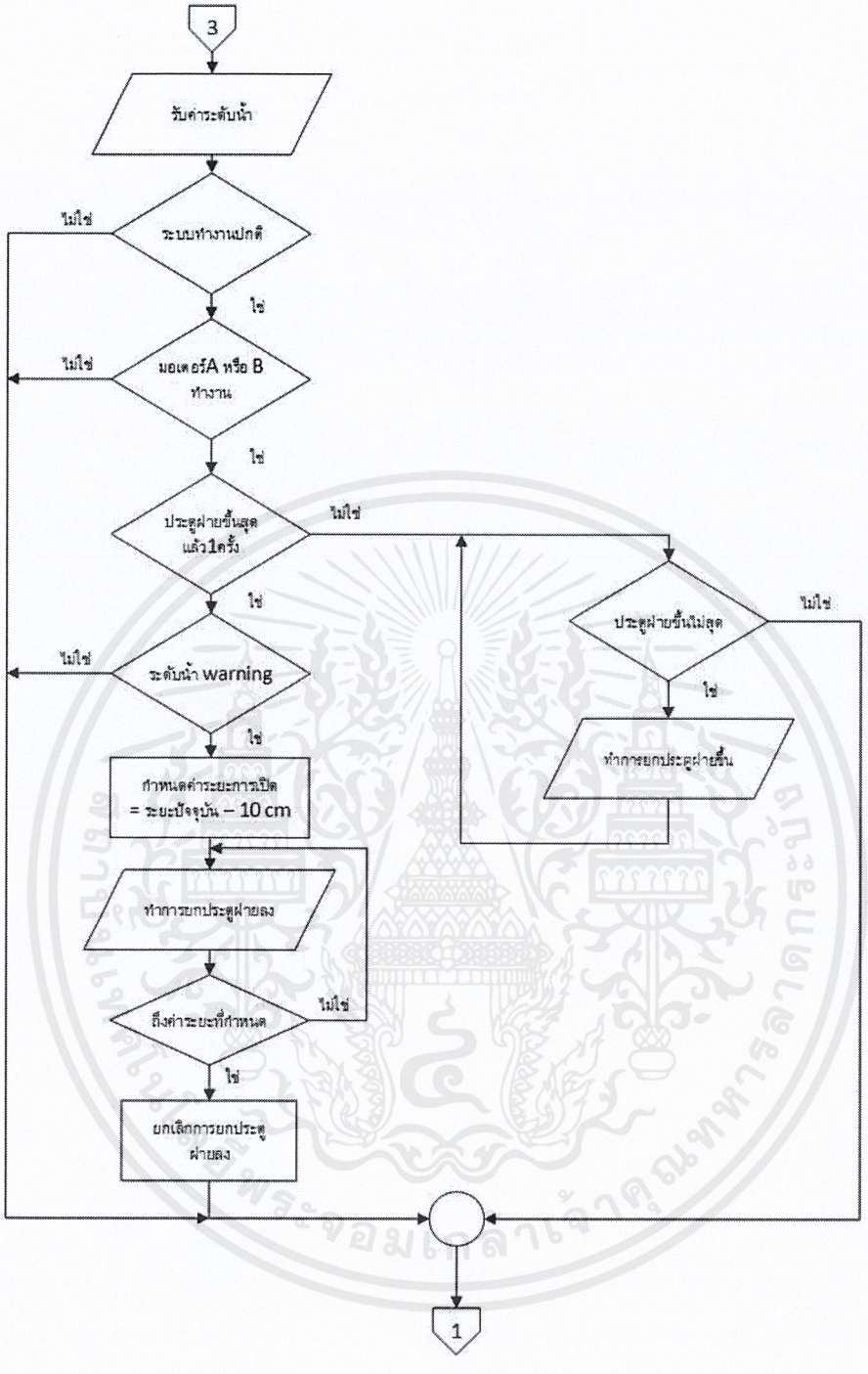
ภาพที่ 3.18 แผนผังแสดงขั้นตอนการเริ่มต้นระบบและเลือกโหมดการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



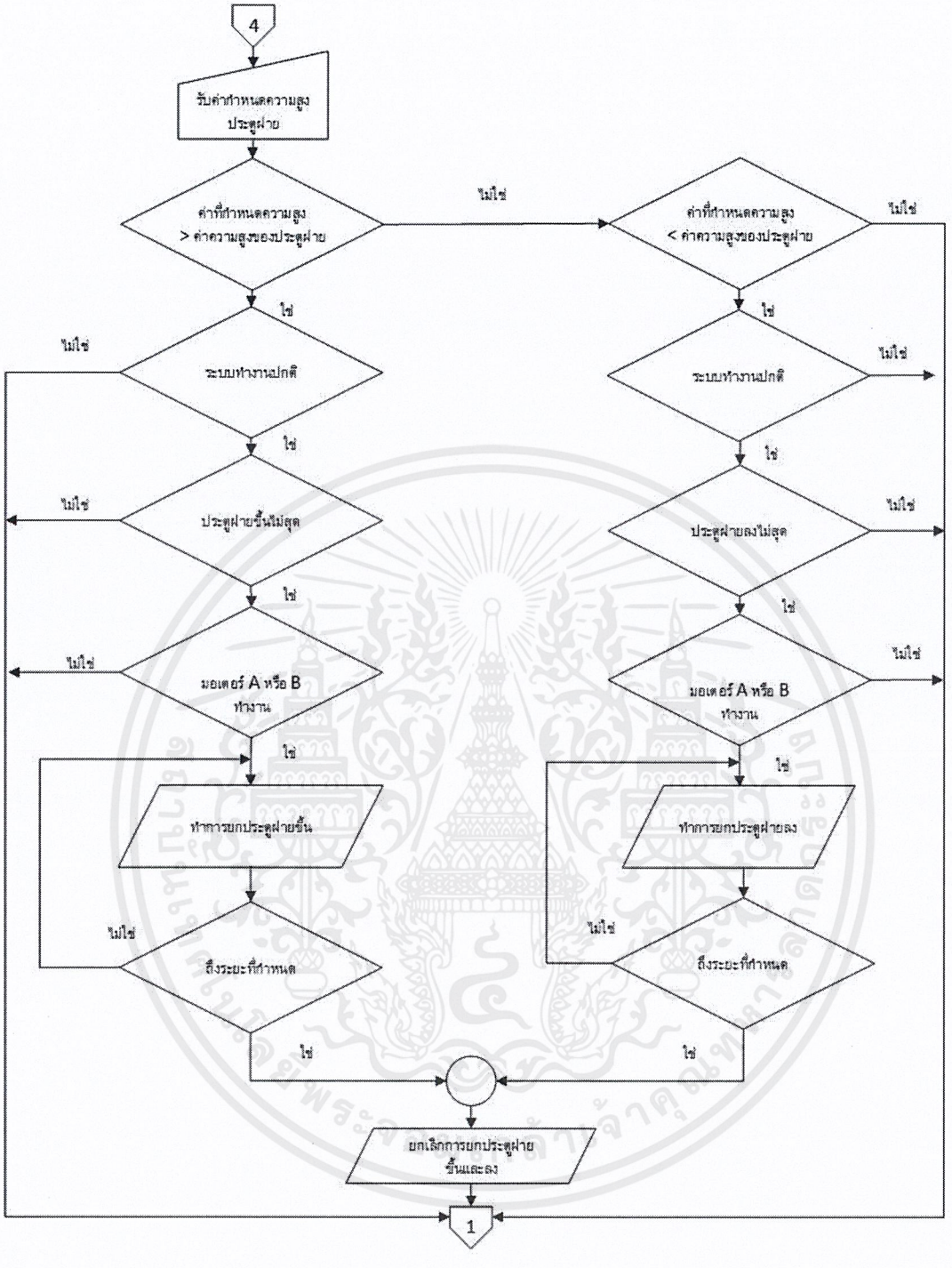
ภาพที่ 3.19 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของฝายพับได้แบบ Remote mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.20 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของฝายพับได้แบบ Auto mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.21 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของฝายพับได้แบบ Manual mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10 ส่วนเว็บแอพพลิเคชั่น (Web Application)

ในส่วนของหน้าเว็บจะสามารถแสดงค่าสถานะต่าง ๆ และสามารถสั่งการทำงานเหมือนกับหน้าโต๊ะควบคุมทุกอย่าง เช่น การสั่งเริ่มการทำงานหรือหยุดการทำงานของระบบ การสั่งบายฝายพับเปิด-ปิด การสั่งล็อก-ปลดล็อกบานฝายพับ และดูกล้อง CCTV ได้ ในที่นี้จะเป็นการออกแบบหน้าเว็บเพื่อส่งให้ทีมเว็บ โดยอ้างอิงจะเว็บเก่าที่ทางบริษัททำสำเร็จไปแล้วและมีการปรับปรุงบางส่วนด้วย เมื่อทีมเว็บทำเว็บเสร็จจึงจะสามารถลิงค์ข้อมูลของเว็บกับ PLC ได้ โดยการออกแบบเว็บมีดังต่อไปนี้

3.10.1 การกำหนดรูปแบบผู้ใช้งาน

รูปแบบผู้ใช้งานจะมี 4 รูปแบบ โดยแต่ละแบบจะสามารถใช้งานได้ต่างกัน ดังนี้

1. Admin (บริษัท ออโตเมชั่น คอนโทรล ซีสเทมส์ กรุ๊ป จำกัด)

ต้องเป็นผู้ที่มี User และรหัสผ่านเข้าใช้งาน สามารถทำได้ทุกอย่างในเว็บ ประกอบด้วยสามารถเลือกช่วงเวลา Print Report เพื่อดูข้อมูลต่าง ๆ ได้ ดูกราฟิกระดับน้ำได้ ดูกล้องวงจรปิดได้ สามารถควบคุมระบบได้ สามารถเพิ่มหรือลบจำนวน Account เข้าใช้งานได้ สามารถตรวจสอบผู้เข้าใช้งานเว็บได้ สามารถ Print Report ผู้เข้าใช้งานเว็บได้ และสามารถเปลี่ยนชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านเข้าใช้งานได้

2. Management

ต้องเป็นผู้ที่มี User และรหัสผ่านเข้าใช้งาน สามารถเลือกช่วงเวลา Print Report เพื่อดูข้อมูลต่าง ๆ ได้ ดูกราฟิกระดับน้ำได้ ดูกล้องวงจรปิดได้ สามารถควบคุมระบบได้ ไม่สามารถเพิ่มหรือลบจำนวน Account เข้าใช้งานได้ ไม่สามารถตรวจสอบผู้เข้าใช้งานเว็บได้ ไม่สามารถ Print Report ผู้เข้าใช้งานเว็บได้ และสามารถเปลี่ยนชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านเข้าใช้งานได้

3. Operator

ต้องเป็นผู้ที่มี User และรหัสผ่านเข้าใช้งาน สามารถเลือกช่วงเวลา Print Report เพื่อดูข้อมูลต่าง ๆ ได้ดูกราฟิกระดับน้ำได้ ดูกล้องวงจรปิดได้ ไม่สามารถควบคุมระบบได้ ไม่สามารถเพิ่มหรือลบจำนวน Account เข้าใช้งานได้ ไม่สามารถตรวจสอบผู้เข้าใช้งานเว็บได้ ไม่สามารถ Print Report ผู้เข้าใช้งานเว็บได้ และสามารถเปลี่ยนชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านเข้าใช้งานได้

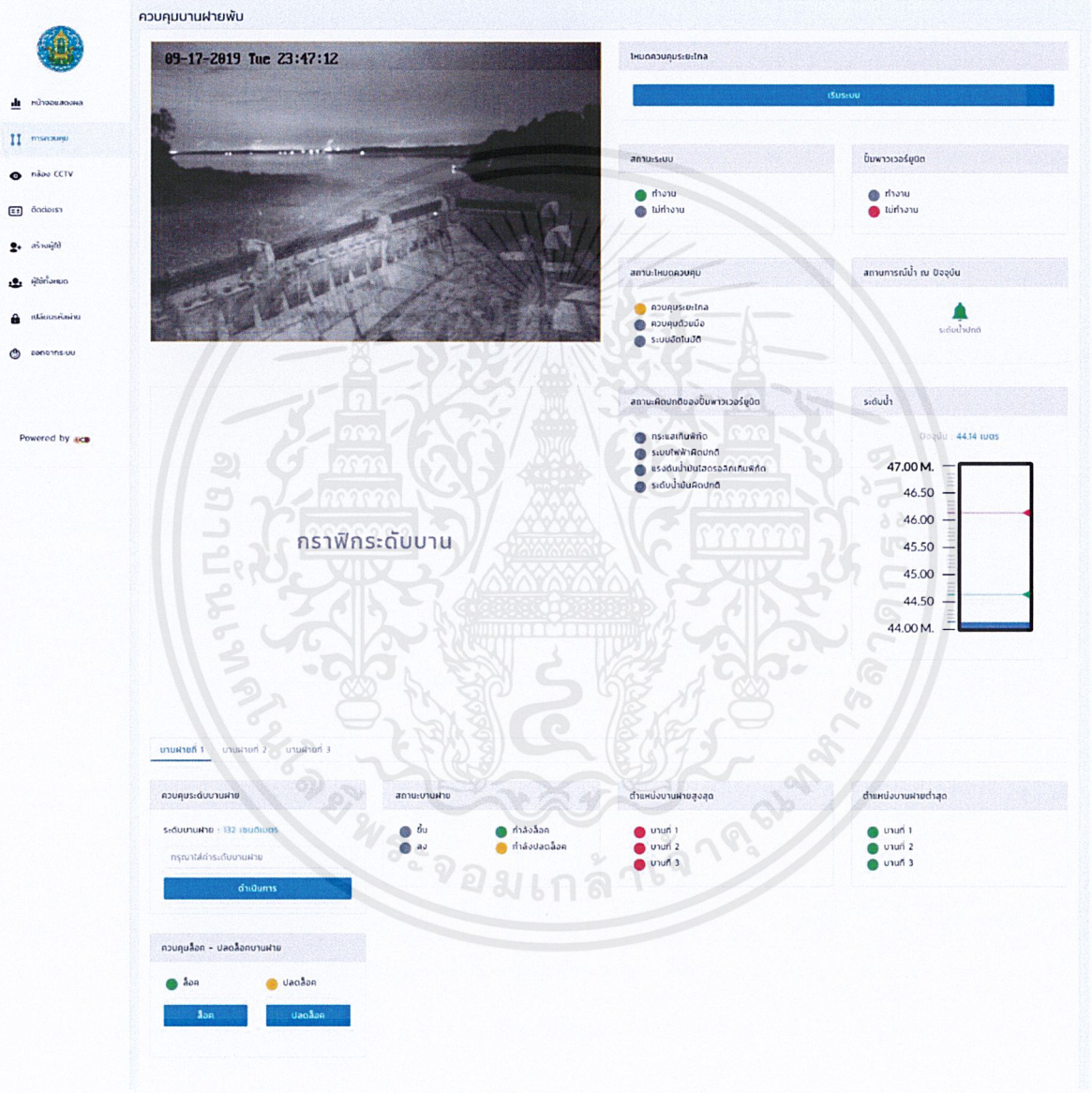
4. Guest (ผู้เยี่ยมชมทั่วไป)

สำหรับผู้เยี่ยมชมทั่วไปที่ไม่ต้องมี User และรหัสผ่านเข้าใช้งาน โดยสามารถดูกราฟแสดงข้อมูลต่าง ๆ ย้อนหลังนับจากเวลาปัจจุบันได้เพียง 1 ชม. เท่านั้น ดูกราฟิกระดับน้ำได้ ไม่สามารถควบคุมระบบได้ ไม่สามารถ Print Report ได้ และไม่สามารถดูกล้องวงจรปิดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10.2 การออกแบบหน้าเว็บ

การออกแบบหน้าเว็บจะเป็นเพียงแนวทางให้กับทีมเว็บเท่านั้น โดยจะแบ่งออกเป็นหน้าเว็บสำหรับผู้ยี่ยมชมทั่วไป (Guest) และหน้าเว็บสำหรับผู้ที่เข้าสู่ระบบหรือผู้ที่มี User ใช้งาน ซึ่งหน้าเว็บสำหรับผู้เยี่ยมชมทั่วไปจะมีแค่หน้าต่างหน้าจอแสดงผลเพียงหน้าเดียวเท่านั้น สามารถดูได้แค่ค่าระดับน้ำปัจจุบันและค่าระดับบานฝายของแต่ละบาน ส่วนหน้าเว็บสำหรับผู้ที่มี User ใช้งาน จะสามารถทำได้ตามที่กำหนดไว้ในรูปแบบผู้ใช้งาน



ภาพที่ 3.22 ตัวอย่างหน้าเว็บที่ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10.3 กำหนด Array ที่ใช้เชื่อมต่อเว็บ

เมื่อได้ออกแบบหน้าเว็บเสร็จแล้ว ขั้นต่อไปจะเป็นการเตรียมชุดข้อมูลที่จะส่งเข้าสู่เว็บจาก PLC และชุดข้อมูลที่เว็บส่งกลับมาที่ PLC สั่งการทำงานของฝายพับได้ โดยข้อมูลสองชุดนี้จะนำไปเขียนโปรแกรมควบคุมด้วย

ตารางที่ 3.5 ชุด Array ที่ส่งเข้าสู่ Web Server

Array [0...53]		Value	Data Type	Comment
Array	[0]	“0”	Char	Project Sam Pad
	[1]	“0”	Char	
	[2]	“6”	Char	
	[3]	“0,1”	Char	System ON, OFF
	[4]	“0,1”	Char	Mode Remote ON, OFF
	[5]	“0,1”	Char	Mode Manual ON, OFF
	[6]	“0,1”	Char	Mode Auto ON, OFF
	[7]	“0,A”	Char	User Admin
	[8]	“0,M”	Char	User Management 1
	[9]	“0,1”	Char	
	[10]	“0,M”	Char	User Management 2
	[11]	“0,2”	Char	
	[12]	“0,O”	Char	User Operator 1
	[13]	“0,1”	Char	
	[14]	“0,O”	Char	User Operator 2
	[15]	“0,2”	Char	
	[16]	“0,1”	Char	Motor Pump PU ON , OFF
	[17]	“0,1”	Char	Check Phase ON , OFF
	[18]	“0,1”	Char	Overload Trip ON , OFF
	[19]	“0,1”	Char	Check Pressure Pump PU ON, OFF
	[20]	“0,1”	Char	Check Oil ON , OFF
	[21]	“0,1”	Char	Normal Water ON , OFF
	[22]	“0,1”	Char	Warning Water ON , OFF
	[23]	“0,1”	Char	Lamp Lock on off
	[24]	“0,1”	Char	Lamp Unlock on off
	[25]	“0,1”	Char	Lock
	[26]	“0,1”	Char	Unlock
	[27]	“0,1”	Char	Solenoid Up Gate No 1
	[28]	“0,1”	Char	Solenoid Up Gate No 2
	[29]	“0,1”	Char	Solenoid Up Gate No 3
	[30]	“0,1”	Char	Solenoid Down Gate No 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

Array [0...53]		Value	Data Type	Comment
	[31]	“0,1”	Char	Solenoid Down Gate No 2
	[32]	“0,1”	Char	Solenoid Down Gate No 3
	[33]	“0,1”	Char	Highest Gate No 1
	[34]	“0,1”	Char	Highest Gate No 2
	[35]	“0,1”	Char	Highest Gate No 3
	[36]	“0,1”	Char	Lowest Gate No 1
	[37]	“0,1”	Char	Lowest Gate No 2
	[38]	“0,1”	Char	Lowest Gate No 3
	[39]	“2”	Char	Gate level No 1 0 – 200 cm.
	[40]	“0”	Char	
	[42]	“2”	Char	
	[43]	“0”	Char	Gate level No 2 0 – 200 cm.
	[44]	“0”	Char	
	[45]	“2”	Char	
	[46]	“0”	Char	Gate level No 3 0 – 200 cm.
	[47]	“0”	Char	
	[48]	“2”	Char	
	[49]	“1”	Char	Level Water Example. 219.00 (Min217.00MtoMax222.00M)
	[50]	“9”	Char	
	[51]	“0”	Char	
	[52]	“0”	Char	
	[53]	“;”	Char	

ตารางที่ 3.6 ชุด Array ที่รับจาก Web Server

Array [0...16]		Value	Data Type	Comment
Array	[0]	“0,1”	Char	Enter Remote Control
	[1]	“0,1”	Char	Enter Flap Gate No.1
	[2]	“0,1”	Char	Enter Flap Gate No.2
	[3]	“0,1”	Char	Enter Flap Gate No.3
	[4]	“2”	Char	Request Flap Gate No.1
	[5]	“0”	Char	
	[6]	“0”	Char	
	[7]	“2”	Char	Request Flap Gate No.2
	[8]	“0”	Char	
	[9]	“0”	Char	
	[10]	“2”	Char	Request Flap Gate No.3
	[11]	“0”	Char	
	[12]	“0”	Char	
	[13]	“0,1”	Char	Lock

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

Array [0...16]		Value	Data Type	Comment
Array	[14]	“0,1”	Char	Unlock
	[15]	“0,1”	Char	Send C
	[16]	“;”	Char	

3.11 ส่วนการกำหนดระดับการเข้าใช้งานผ่าน EKS (Electronic Key System)

EKS (Electronic Key System) หรือระบบกุญแจอิเล็กทรอนิกส์ สามารถกำหนดระดับการเข้าใช้งานระบบควบคุม ผู้ที่มี Electronic-Key จะสามารถควบคุมการทำงานของฝายพับได้ในโหมดควบคุมโดยผู้ปฏิบัติการ (Manual Mode) และควบคุมแบบอัตโนมัติ (Auto Mode) ซึ่งแต่ละระดับจะสามารถเลือกโหมดการใช้งานที่ต่างกัน โดยกำหนดระดับผู้ใช้งานไว้ 5 ระดับดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 การกำหนดระดับผู้ใช้งานผ่าน EKS

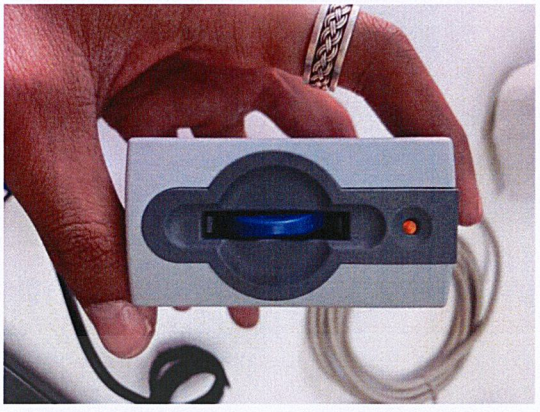
Employee	Access Code (AC)	Access Level (AL)	Operating Mode
Developer	1111111111	15	Manual / Auto Mode
Operator 1	0000000001	1	Manual Mode
Operator 2	0000000001	2	Manual Mode
Manager 1	0000000001	3	Manual / Auto Mode
Manager 2	0000000001	4	Manual / Auto Mode

3.11.1 การเขียนข้อมูลลงบน Electronic-Keys

การเขียนข้อมูลลงบน Electronic-Key จะเขียนผ่านโปรแกรม Electronic Key Manager (EKM) ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์สำหรับการเขียนและจัดการ Electronic-Keys บนพีซี การเขียนข้อมูลในการควบคุมการเข้าใช้งานระบบจะเลือกใช้สถานะการทำงานแบบ 1 (Operating State 1) ซึ่งเพียงแค่มีบิตที่ตรงเพียงตำแหน่งเดียวก็สามารถเข้าควบคุมระบบได้ จึงมีความสะดวกต่อการใช้งานของทางทีม Service ของบริษัทออโต เมชั่น คอนโทรล ซีสเทมส์ กรุ๊ป จำกัด เนื่องจากไม่ต้องถือ Electronic-Key หลายอัน มีเพียงอันเดียวก็สามารถเข้าควบคุมได้ทุกแห่ง โดยได้กำหนดรหัสการเข้าถึงระบบ (Access Code) ของเครื่องอ่านชิปอิเล็กทรอนิกส์ เป็น 0000000001 และได้กำหนดระดับการเข้าถึง (Access Code) ตามที่ได้กำหนดไว้ดังตารางที่ 3.7 โดยมีขั้นตอนการเขียนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เชื่อมต่อเครื่องที่ใช้เขียน Electronic-Key กับพีซี และใส่ Electronic-Key

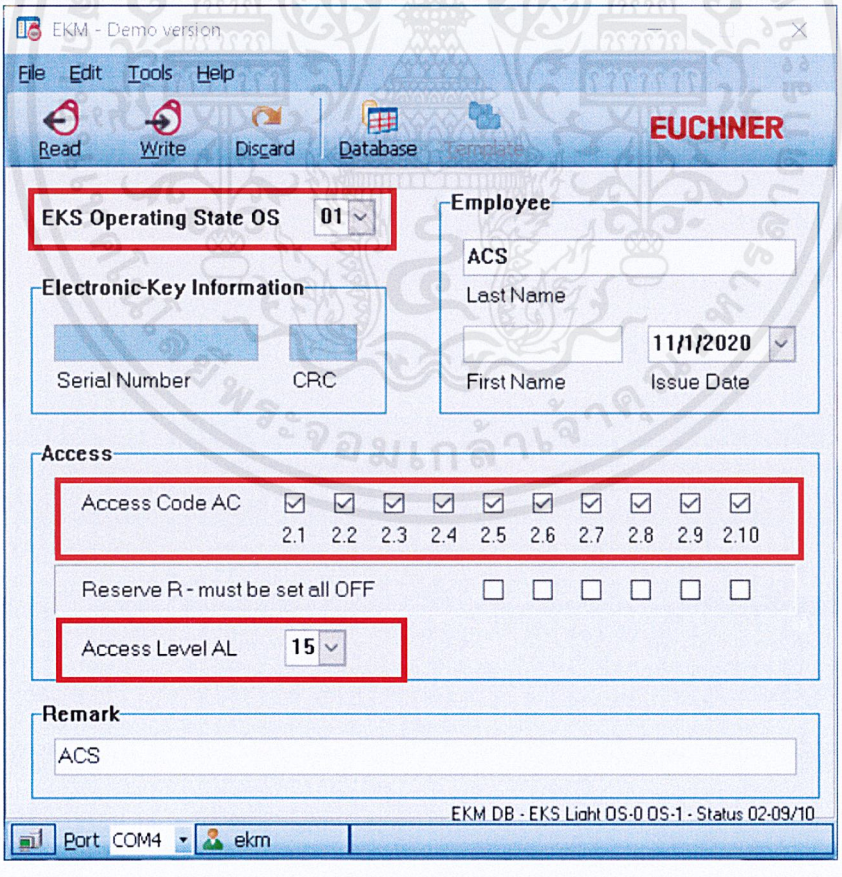


ภาพที่ 3.23 เครื่องที่ใช้เขียน Electronic-Keys

2. เลือกสถานะการทำงาน (Operating State) โดยเลือกสถานะการทำงานแบบที่ 1

3. กำหนดรหัสการเข้าถึงตามที่กำหนดไว้ในตาราง

4. กำหนดระดับการเข้าถึงตามที่กำหนดไว้ในตาราง



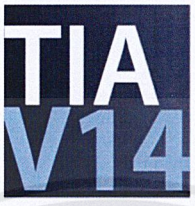
ภาพที่ 3.24 ขั้นตอนการเขียน Electronic-Keys ด้วยโปรแกรม Electronic Key Manager

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.12 ส่วนการเขียนโปรแกรมควบคุมระบบ

ในการเขียนโปรแกรมควบคุมระบบนั้นจะใช้โปรแกรม TIA Portal V14 โดยสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนหลักดังต่อไปนี้

1. ส่วนโปรแกรม (Programming)
2. ส่วนหน้าจอแสดงผลและควบคุม (HMI)

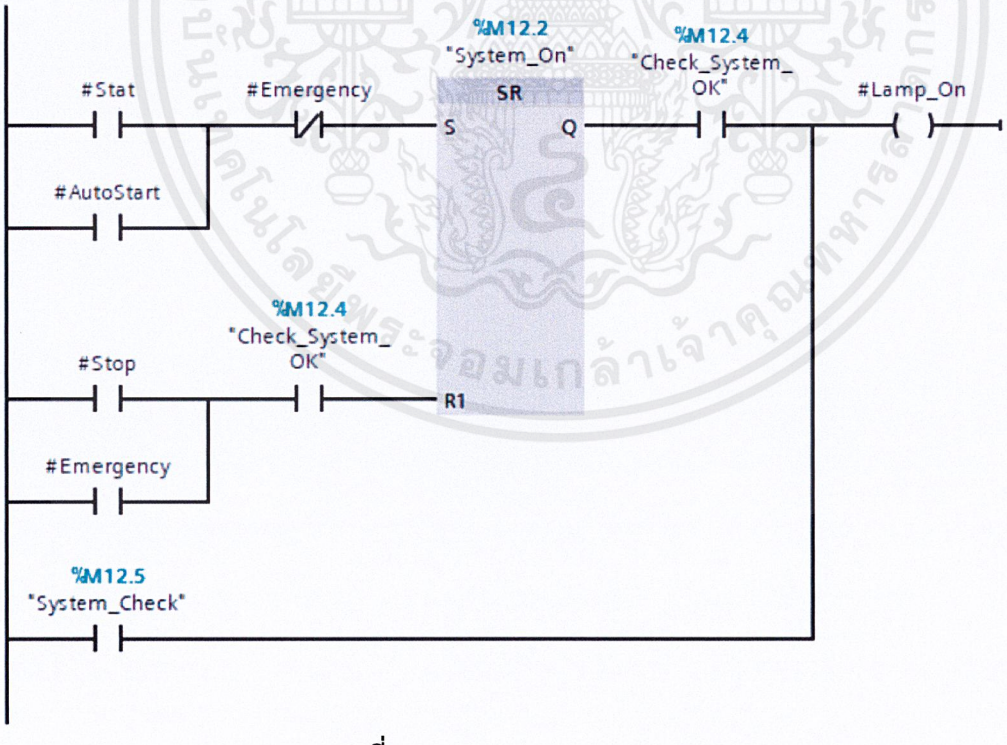


ภาพที่ 3.25 ไอคอนของโปรแกรม TIA Portal V14

3.12.1 ส่วนโปรแกรม (Programming)

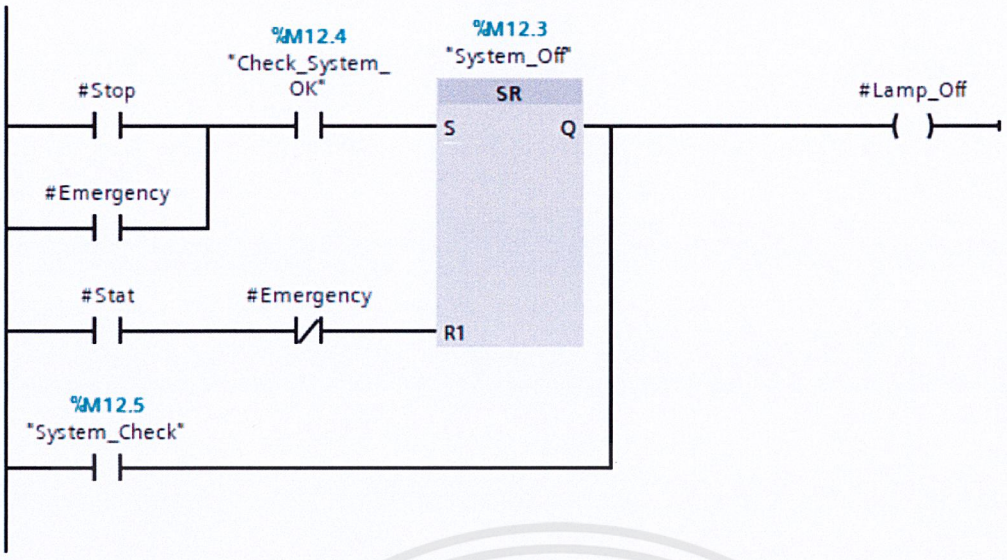
ในส่วนนี้จะใช้โปรแกรม TIA Portal V14 เขียนโปรแกรมขึ้นมาเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ทุกอย่างในระบบโดยใช้ภาษา Ladder diagram ในที่นี้จะแสดงตัวอย่างของโปรแกรมบางส่วน

1. Start & Stop System



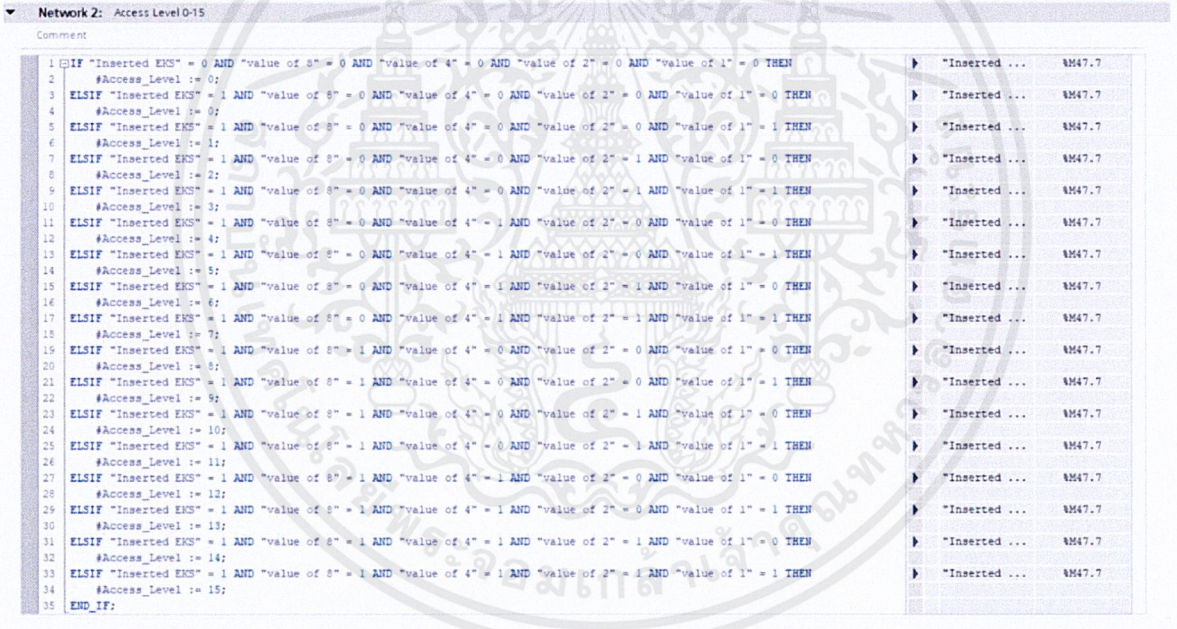
ภาพที่ 3.26 Ladder ของ Start System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



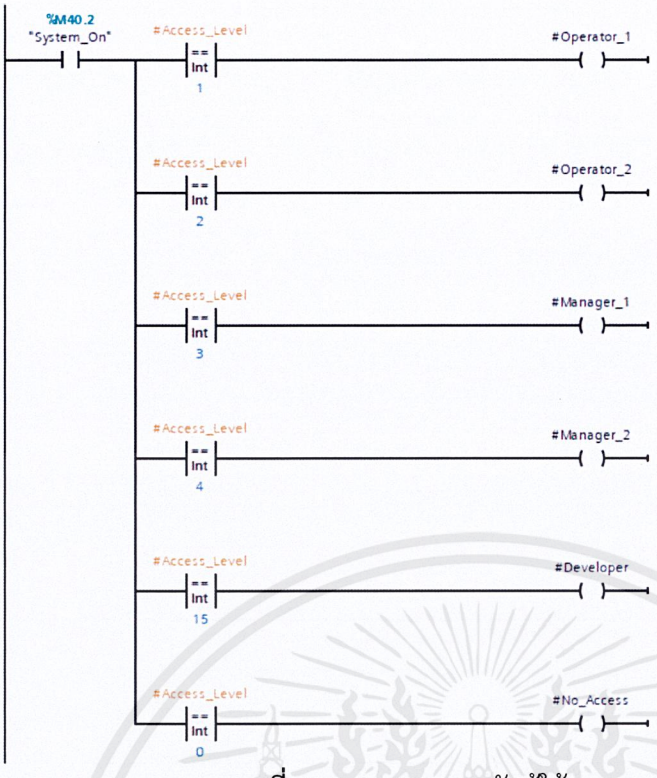
ภาพที่ 3.27 Ladder ของ Stop System

2. เข้าระบบด้วย Electronic-Keys



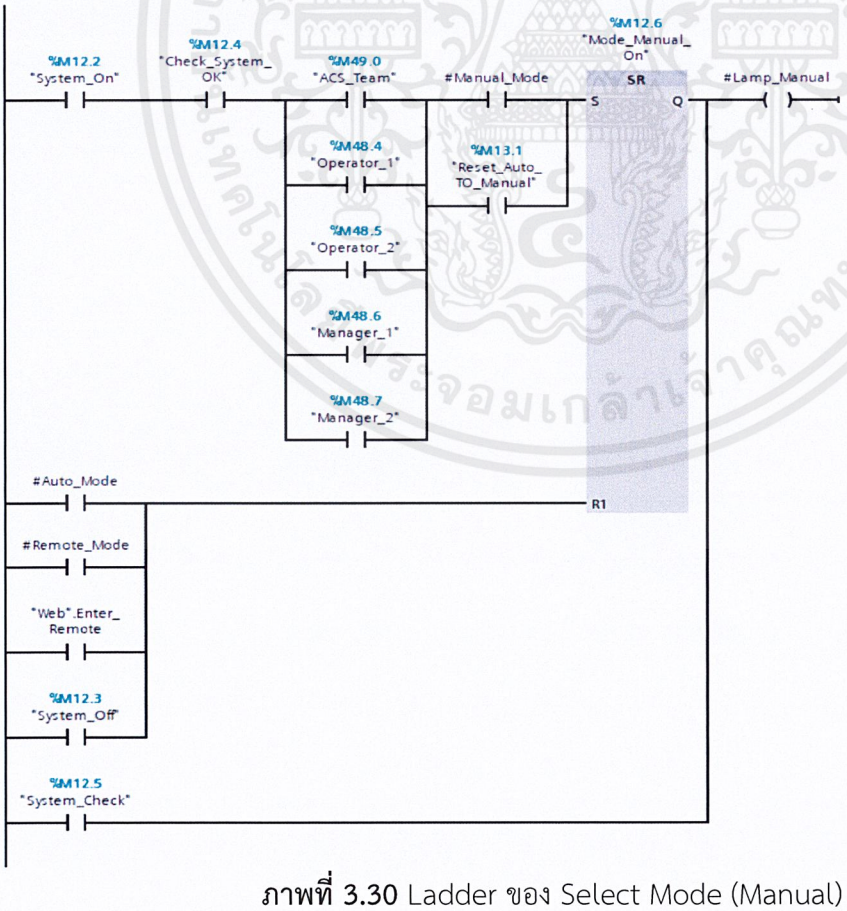
ภาพที่ 3.28 Structured text ตรวจสอบระดับการเข้าถึงที่ส่งมาจาก EKS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.29 Ladder ระดับผู้ใช้งานของ EKS

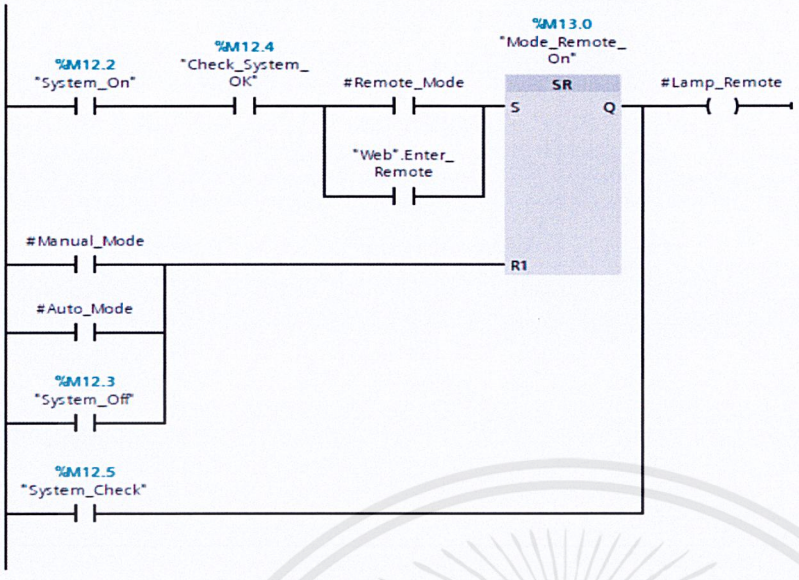
3. Select Mode (Manual)



ภาพที่ 3.30 Ladder ของ Select Mode (Manual)

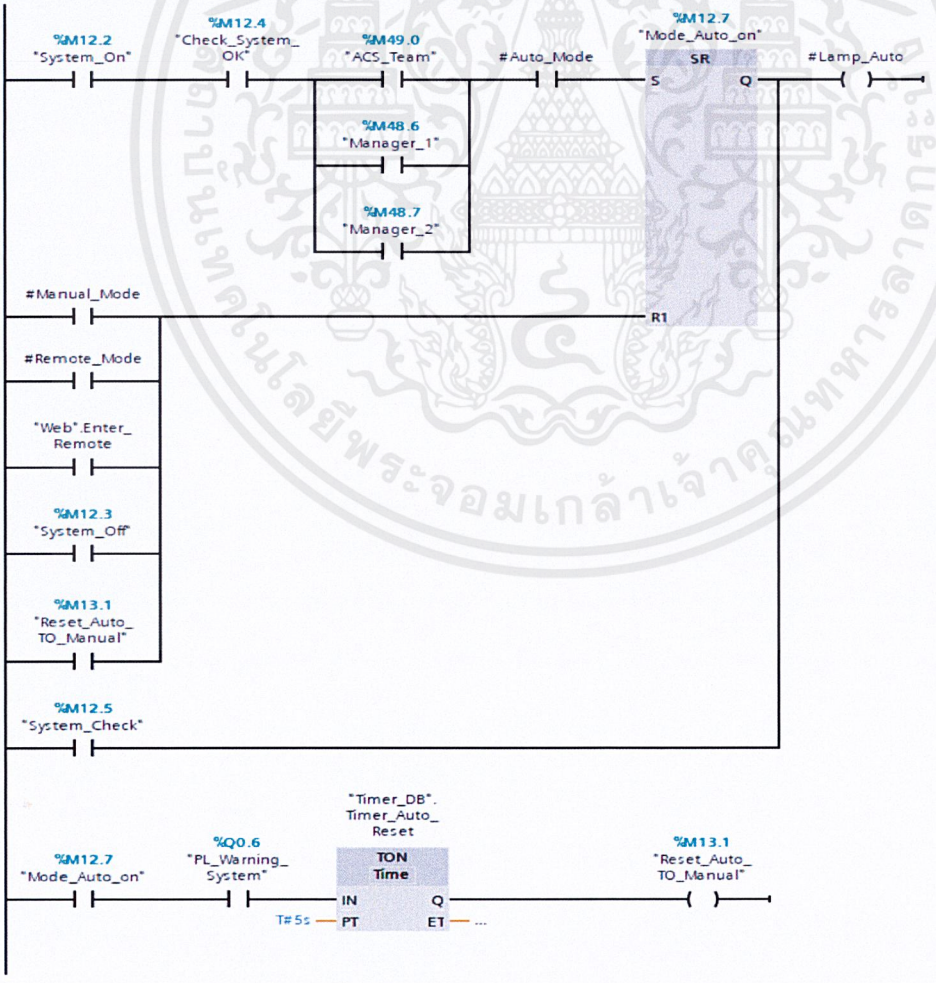
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Select Mode (Remote)



ภาพที่ 3.31 Ladder ของ Select Mode (Remote)

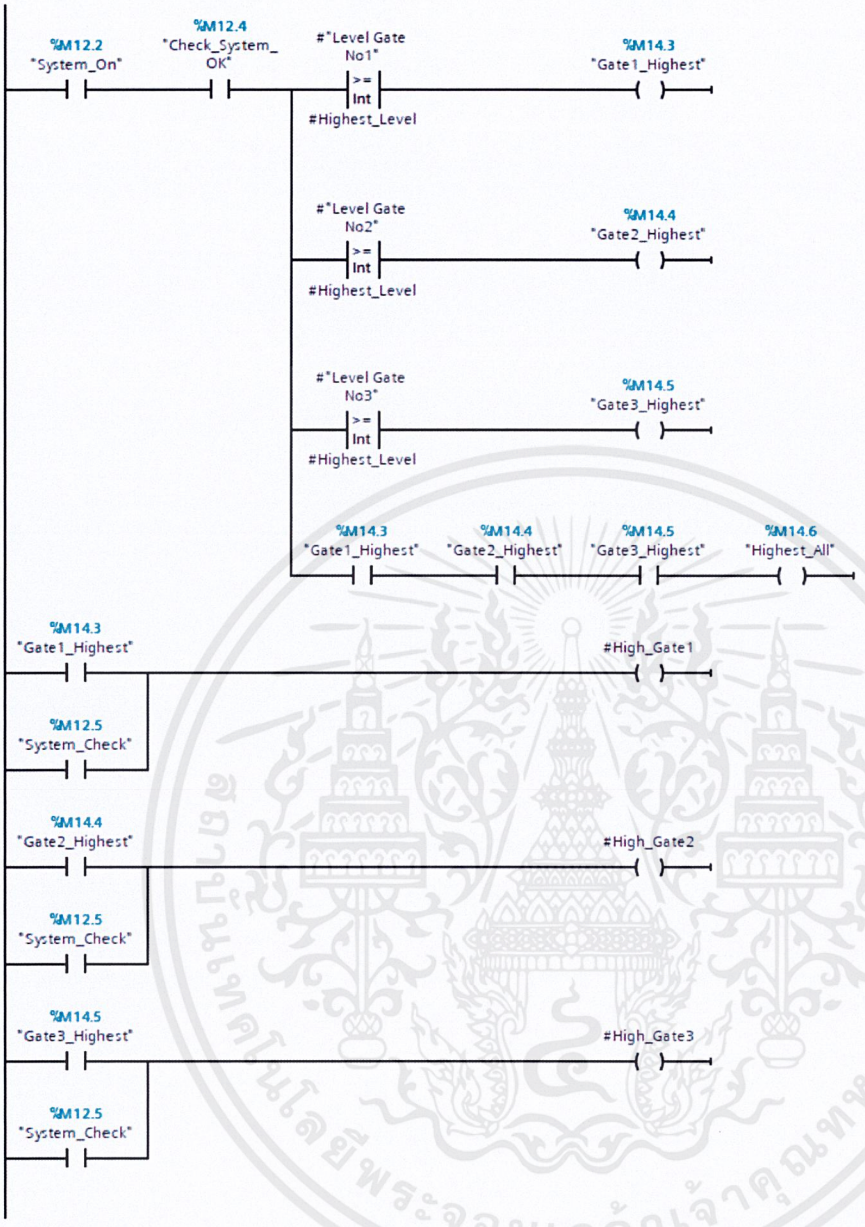
5. Select Mode (Auto)



ภาพที่ 3.32 Ladder ของ Select Mode (Auto)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. Highest & Lowest Flap Gate

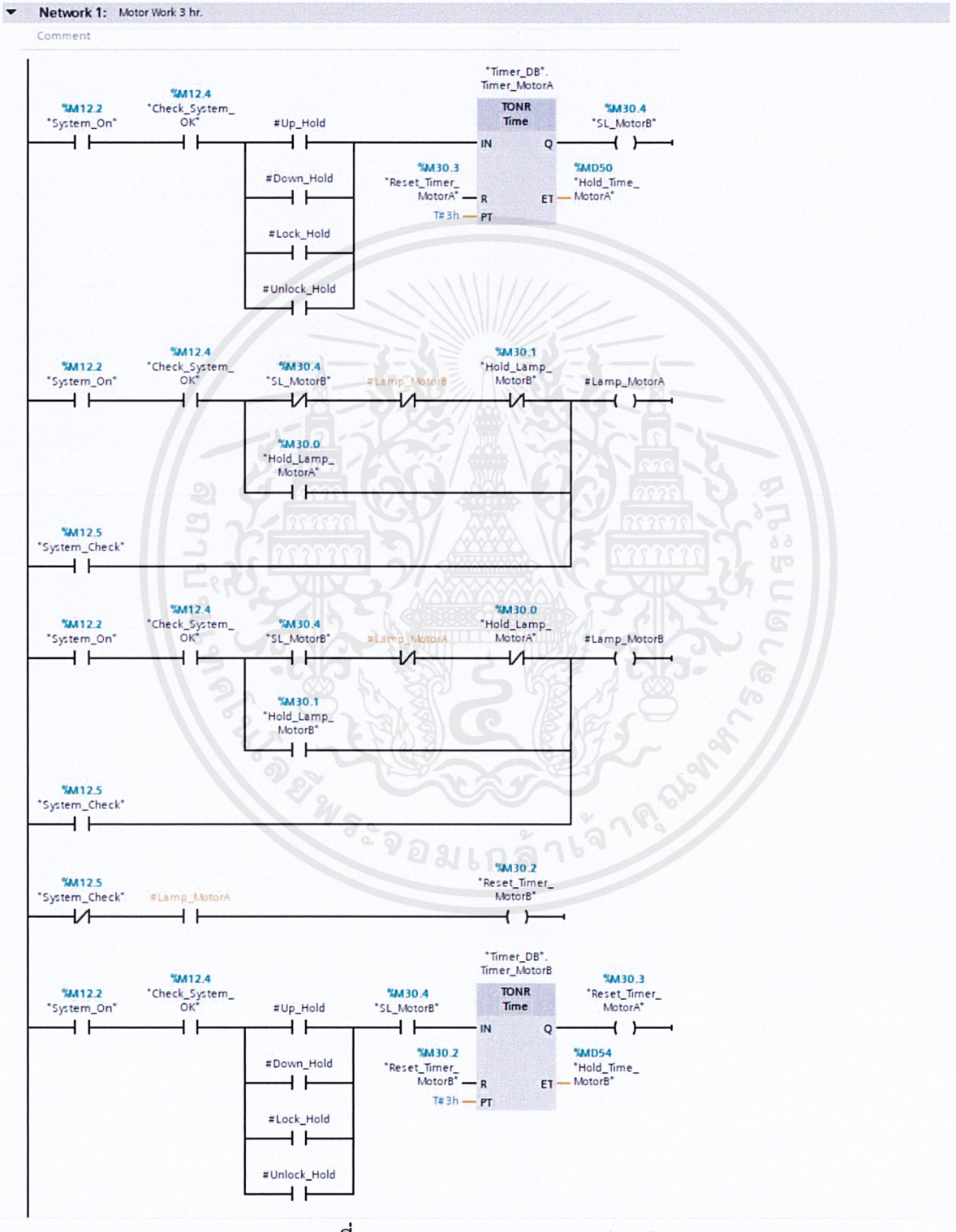


ภาพที่ 3.33 Ladder ของ Highest Flap Gate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. Motor Work (3hr.)

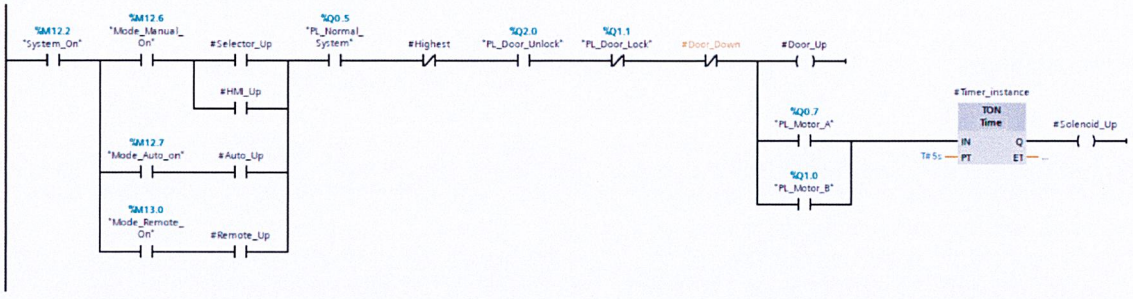
มอเตอร์ของชุดต้นกำลังจะมีอยู่ 2 ตัว จะทำงานทีละตัว และเมื่อทำงานครบ 3 ชั่วโมง ก็จะสลับให้มอเตอร์อีกตัวทำงาน โดยถ้ามีการทำงานครบ 3 ชั่วโมงแล้วแต่ยังไม่จบการทำงานของระบบจะยังให้มอเตอร์ตัวนั้นทำงานไปก่อน



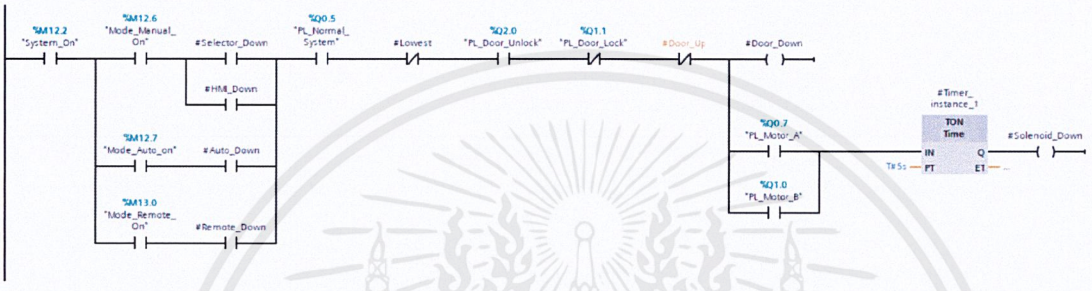
ภาพที่ 3.34 Ladder ของ Pump (3hr.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. Door Up & Door Down

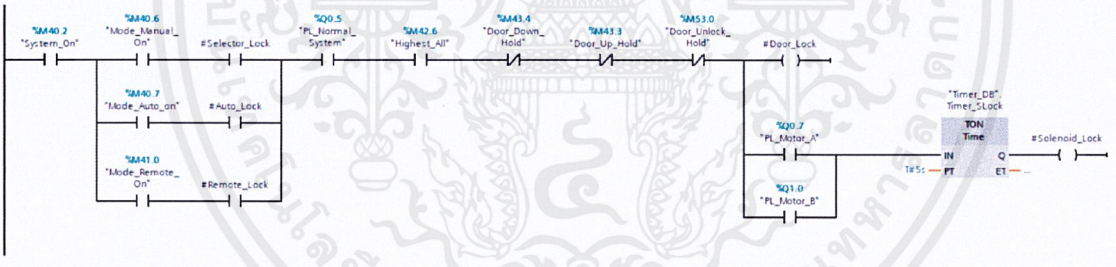


ภาพที่ 3.35 Ladder ของ Flap Gate Up

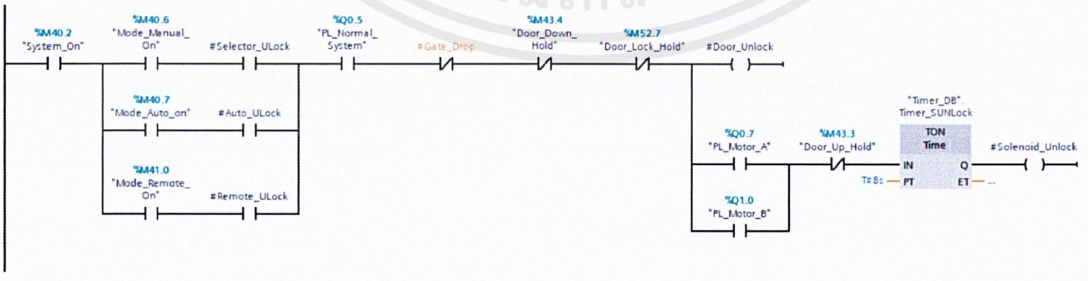


ภาพที่ 3.36 Ladder ของ Flap Gate Down

9. Lock & Unlock Flap Gate



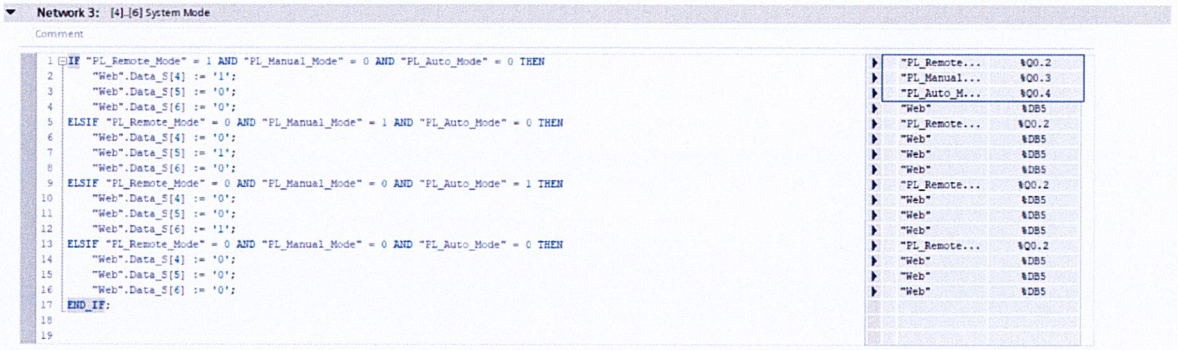
ภาพที่ 3.37 Ladder ของ Lock Gate



ภาพที่ 3.38 Ladder ของ Unlock Gate

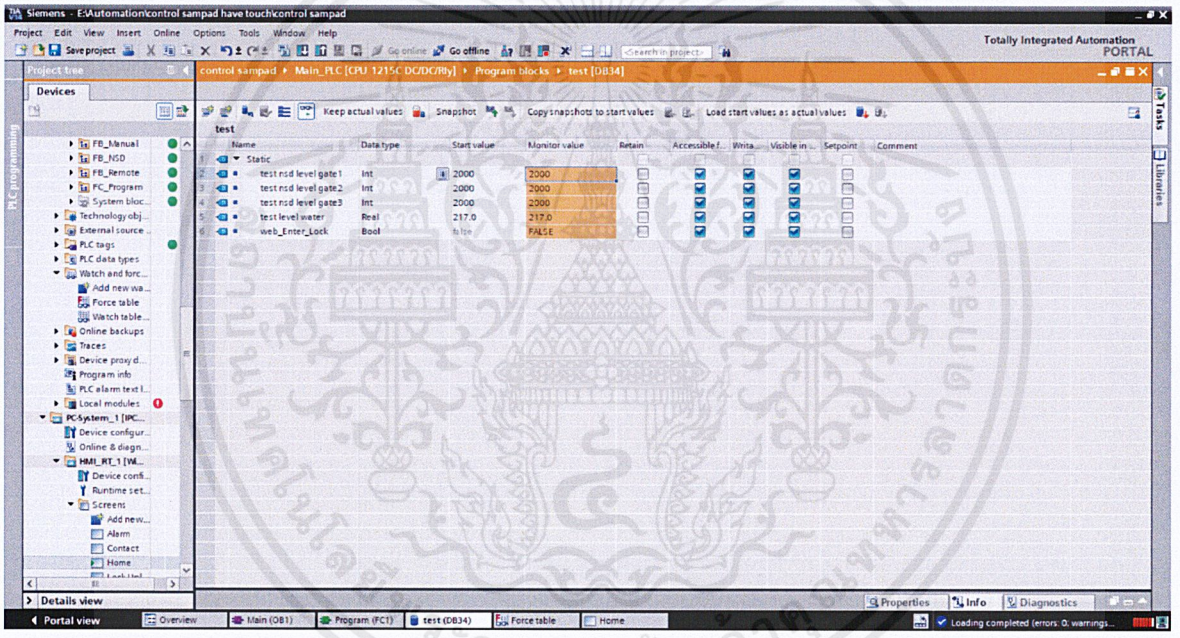
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. Prepare Data to Web Server



ภาพที่ 3.39 ตัวอย่าง Structured Text ของ Prepare Data to Web Server

10. Data Block ที่ไว้ใช้สำหรับการเทส



ภาพที่ 3.40 Data Block ที่ไว้ใช้สำหรับการทดสอบ

3.12.2 ส่วนหน้าจอแสดงผลและควบคุม (HMI)

ภายในโปรแกรม TIA Portal V14 จะมีส่วนที่สามารถใช้สร้างโปรแกรมของหน้าจอ HMI โดยเลือกรุ่นของหน้าจอ HMI ผ่าน Industrial PCs คือ SIMATIC BOX PC จากนั้นจะแสดงผลผ่านหน้าจอ TV Monitor 24 inch ซึ่งสามารถดึงค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่สร้างไว้ใน Data Block มาใช้งานร่วมกับกราฟิกของหน้าจอ HMI ที่สร้างขึ้นมา ดังนั้นจะได้ผลลัพธ์ดังภาพต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Main Screen

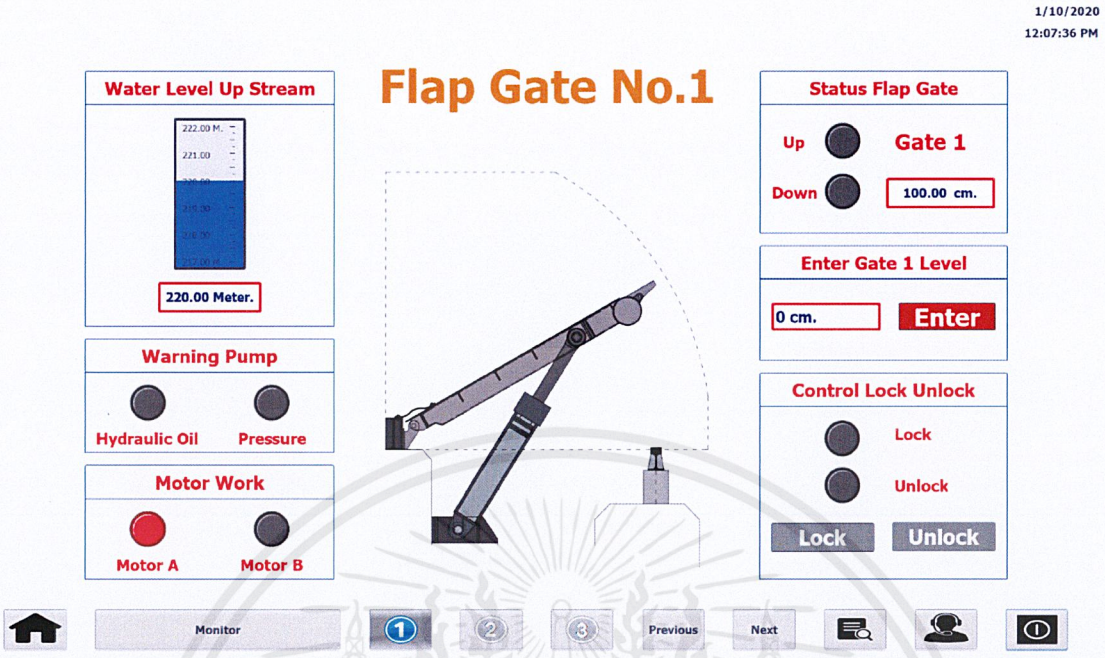
ภาพที่ 3.41 HMI หน้า Main Screen

2. หน้าจอ Monitor แสดงค่าต่าง ๆ

ภาพที่ 3.42 HMI หน้า หน้าจอ Monitor แสดงค่าต่าง ๆ

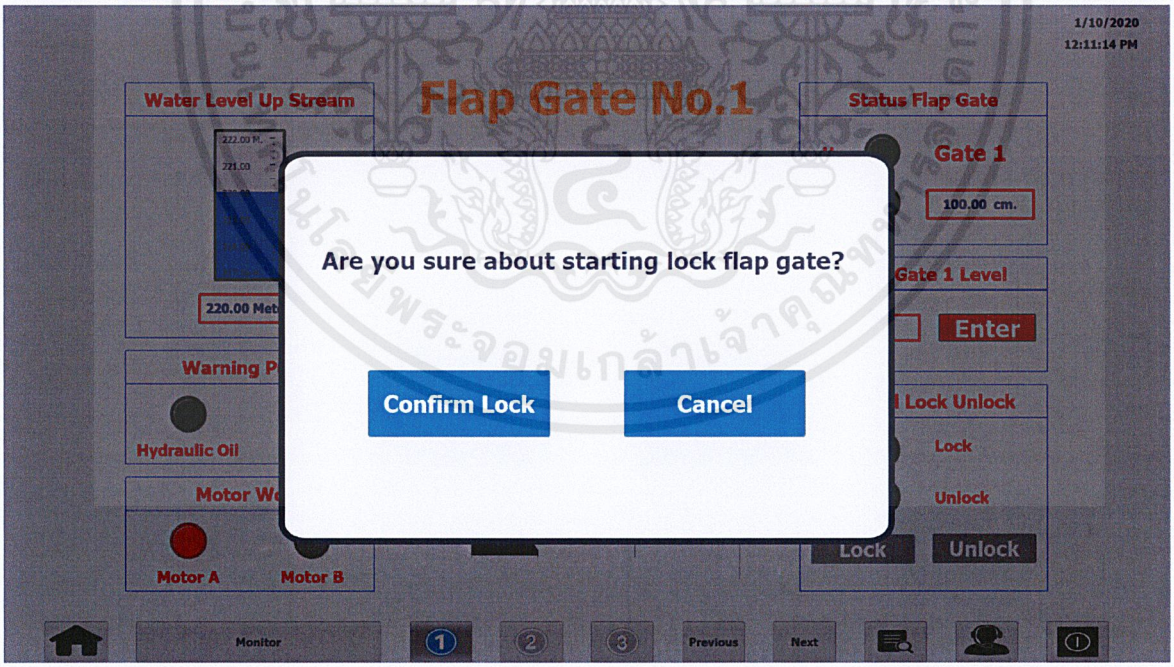
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Flap Gate Control Screen



ภาพที่ 3.43 HMI หน้า Flap Gate Control Screen ของบายฝายที่ 1

4. หน้าจอ Pop Up Confirm Lock & Unlock



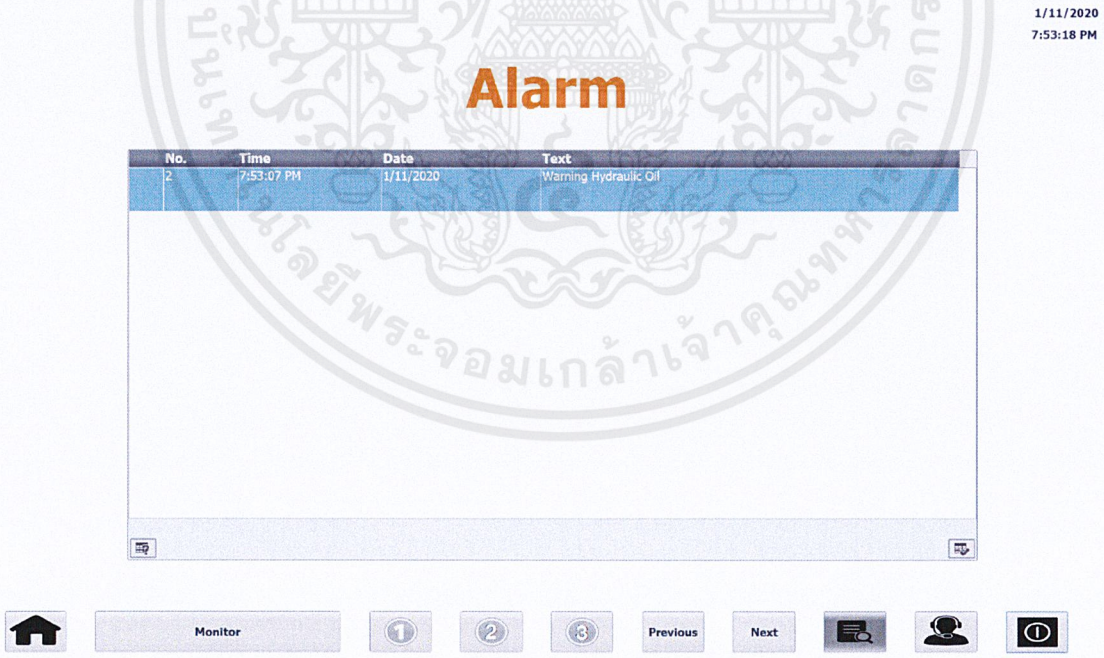
ภาพที่ 3.44 หน้าจอ Pop Up Confirm Lock & Unlock

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. หน้าจอ Pop Up แจ้งเตือนเมื่อสั่ง Lock หรือ Unlock แล้วบานไม่ได้อยู่ในตำแหน่งสูงสุด

ภาพที่ 3.45 หน้าจอ Pop Up แจ้งเตือนบานไม่ได้อยู่ในตำแหน่งสูงสุด

6. Alarm Screen



ภาพที่ 3.46 HMI หน้า Alarm Screen

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินการ

4.1 ผลการออกแบบโต๊ะควบคุม

ผลจากการออกแบบโต๊ะควบคุม โครงสร้างของโต๊ะควบคุมมีความแข็งแรง คงทน ด้านหน้าโต๊ะมีการเจาะรูเพื่อติดตั้งหน้าจอสัมผัส Electronic Key Adapter หน้าจอแสดงผล ปุ่มควบคุมการทำงานและไฟแสดงสถานะต่าง ๆ ซึ่งสามารถติดตั้งได้ถูกต้องตามแบบที่ออกแบบ ด้านหลังของโต๊ะมีการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าตามตำแหน่งที่ออกแบบ มีตำแหน่งการติดตั้งที่ง่ายต่อการ wiring ด้วยการเรียงลำดับการ wiring สายไฟจากบนลงล่าง โดยแบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ ชั้นบนเป็นส่วนของ Power ชั้นกลางเป็นส่วนของอุปกรณ์ควบคุมและสื่อสาร และชั้นล่างสุดเป็นพวกเทอร์มินอล (Terminal Block) เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก นอกจากนั้นยังมีรางเก็บสายไฟ (Wire Duct) เพื่อความเป็นระเบียบปลอดภัยตามแบบที่ออกแบบไว้อย่างครบถ้วน

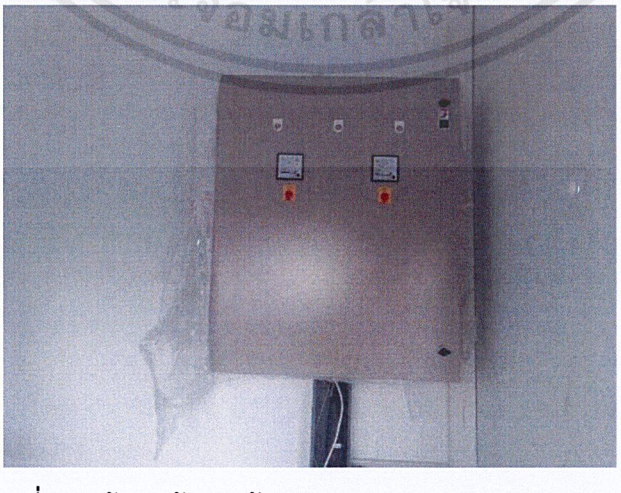
ภาพที่ 4.1 โต๊ะควบคุมขณะยังไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.2 โต๊ะควบคุมเมื่อนำไปติดตั้งที่หน้างาน

4.2 ผลการออกแบบตู้ MDB (Main Distribution Board)

ผลจากการออกแบบตู้ MDB เมื่อจัดทำเสร็จ ตู้มีขนาดและโครงสร้างตามที่ออกแบบ ส่วนหน้าตู้มีการเจาะรูเพื่อติดตั้งไฟแสดงสถานะของไฟ 3 เฟส อุปกรณ์วัดแรงดันไฟฟ้า วัดกระแสไฟฟ้า และแคมซีเลคเตอร์สวิตซ์ ซึ่งสามารถติดตั้งได้ตามที่ออกแบบ ส่วนภายในตู้มีการติดตั้งอุปกรณ์ตามที่ออกแบบไว้ โดยส่วนบนจะเป็นส่วนควบคุมการจ่ายไฟหลัก ส่วนกลางเป็นส่วนควบคุมการจ่ายไฟให้ส่วนต่าง ๆ และส่วนล่างเป็นส่วนเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกการ Wiring สายนั้นถูกต้องตามที่ออกแบบไว้ เมื่อนำไปติดตั้งที่หน้างานแล้วนำไฟเข้าตู้ MDB และต่อสายไฟไปส่วนต่าง ๆ ตามที่ออกแบบ สามารถควบคุมการจ่ายไฟไปให้ส่วนต่าง ๆ ของระบบอย่างสมบูรณ์



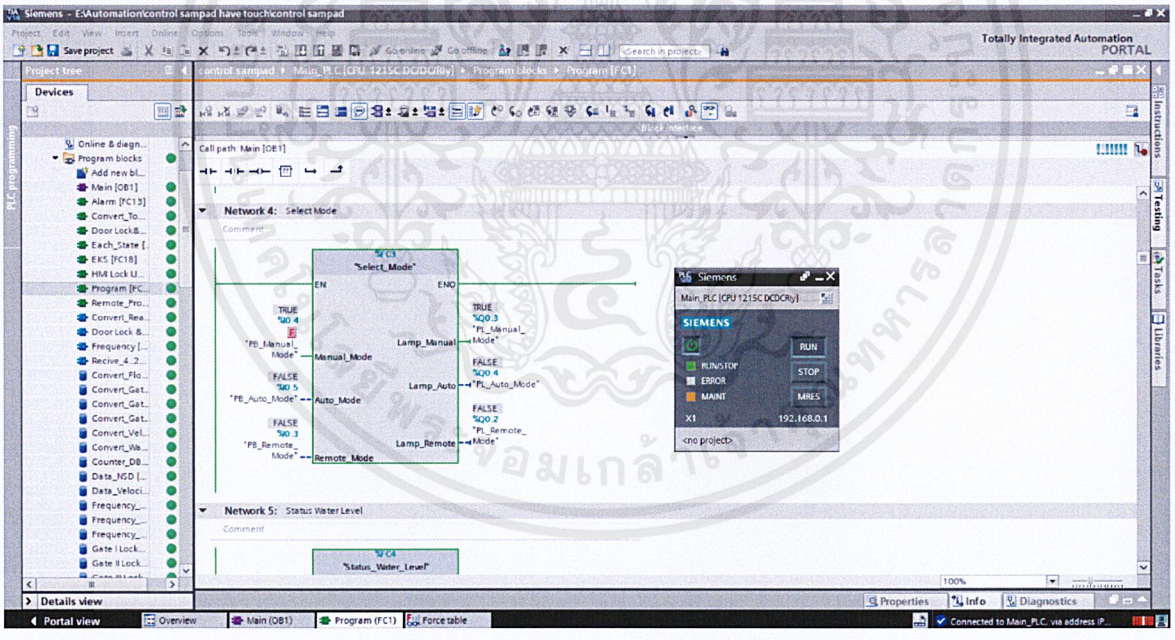
ภาพที่ 4.3 ด้านหน้าของตู้ MDB (Main Distribution Board)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.4 ด้านในของตู้ MDB (Main Distribution Board)

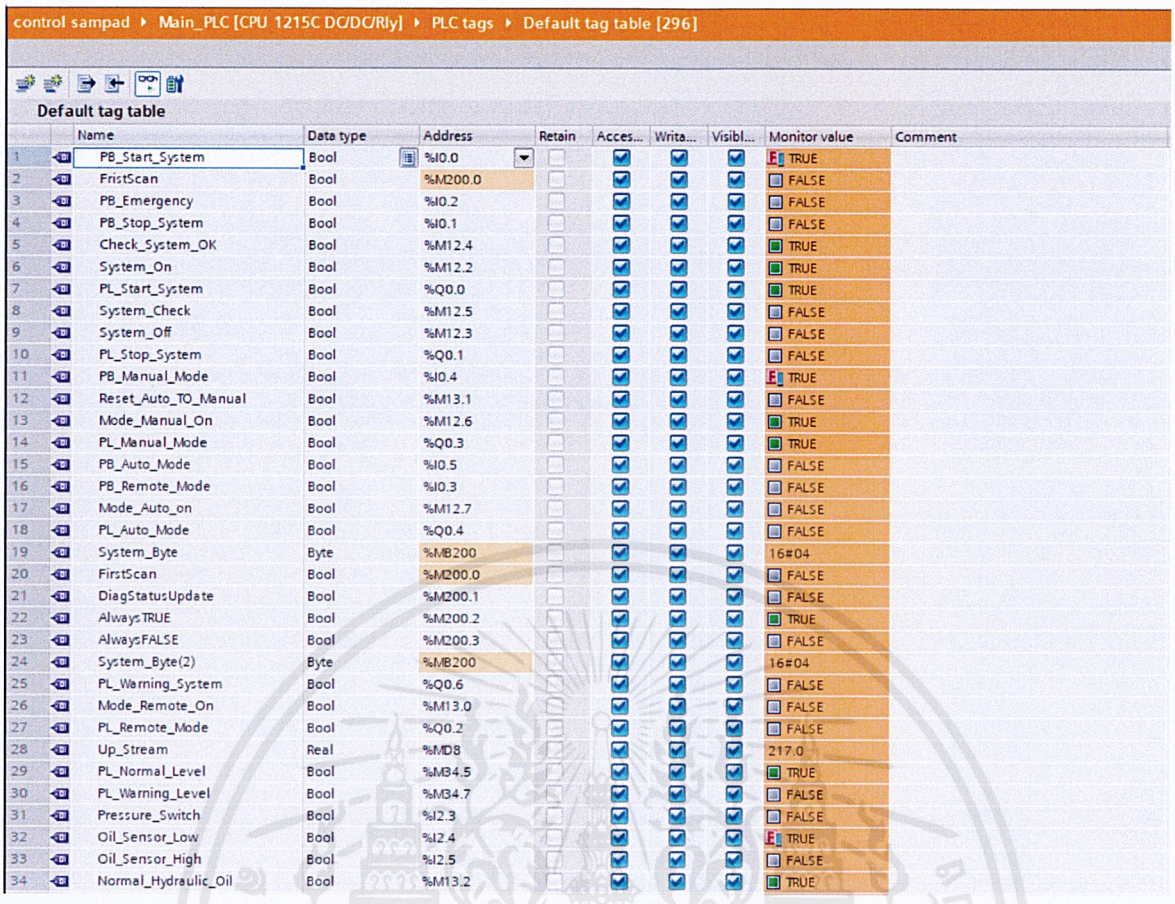
4.3 ผลการเขียนโปรแกรมการทำงานของ PLC และหน้าจอ HMI

จากการศึกษาการทำงานของระบบควบคุมฝายพับได้แบบอัตโนมัติ แล้วจึงทำการเขียนโปรแกรม PLC ด้วย TIA Portal V14 ซึ่งเมื่อทำการ Simulation เพื่อดูการทำงานของโปรแกรม ผลปรากฏว่าโปรแกรมสามารถทำงานได้ตามความต้องการ



ภาพที่ 4.5 หน้าต่างโปรแกรม TIA Portal V14 ขณะทำการ Simulation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



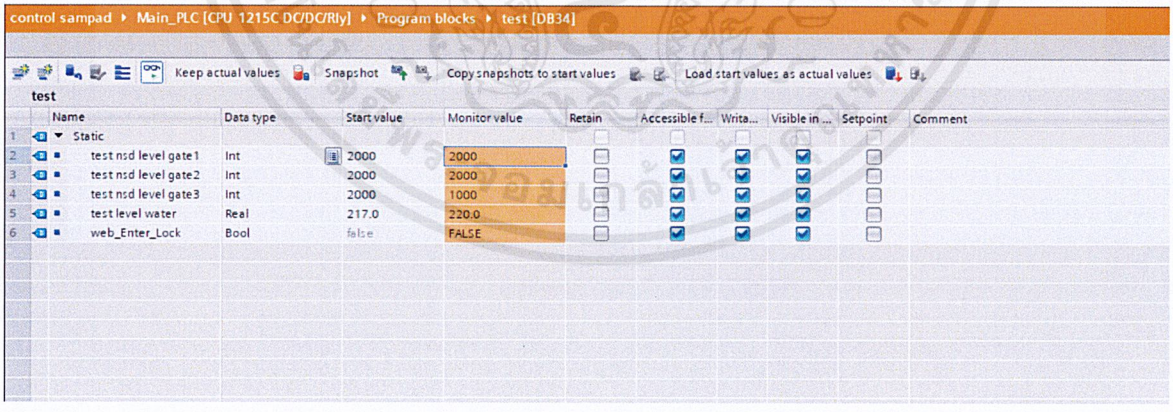
control sampad ▸ Main_PLC [CPU 1215C DC/DC/Rly] ▸ PLC tags ▸ Default tag table [296]

Default tag table

	Name	Data type	Address	Retain	Acces...	Writa...	Visibl...	Monitor value	Comment
1	PB_Start_System	Bool	%I0.0		☑	☑	☑	TRUE	
2	FristScan	Bool	%M200.0		☑	☑	☑	FALSE	
3	PB_Emergency	Bool	%I0.2		☑	☑	☑	FALSE	
4	PB_Stop_System	Bool	%I0.1		☑	☑	☑	FALSE	
5	Check_System_OK	Bool	%M12.4		☑	☑	☑	TRUE	
6	System_On	Bool	%M12.2		☑	☑	☑	TRUE	
7	PL_Start_System	Bool	%Q0.0		☑	☑	☑	TRUE	
8	System_Check	Bool	%M12.5		☑	☑	☑	FALSE	
9	System_Off	Bool	%M12.3		☑	☑	☑	FALSE	
10	PL_Stop_System	Bool	%Q0.1		☑	☑	☑	FALSE	
11	PB_Manual_Mode	Bool	%I0.4		☑	☑	☑	TRUE	
12	Reset_Auto_TO_Manual	Bool	%M13.1		☑	☑	☑	FALSE	
13	Mode_Manual_On	Bool	%M12.6		☑	☑	☑	TRUE	
14	PL_Manual_Mode	Bool	%Q0.3		☑	☑	☑	TRUE	
15	PB_Auto_Mode	Bool	%I0.5		☑	☑	☑	FALSE	
16	PB_Remote_Mode	Bool	%I0.3		☑	☑	☑	FALSE	
17	Mode_Auto_on	Bool	%M12.7		☑	☑	☑	FALSE	
18	PL_Auto_Mode	Bool	%Q0.4		☑	☑	☑	FALSE	
19	System_Byte	Byte	%MB200		☑	☑	☑	16#04	
20	FirstScan	Bool	%M200.0		☑	☑	☑	FALSE	
21	DiagStatusUpdate	Bool	%M200.1		☑	☑	☑	FALSE	
22	AlwaysTRUE	Bool	%M200.2		☑	☑	☑	TRUE	
23	AlwaysFALSE	Bool	%M200.3		☑	☑	☑	FALSE	
24	System_Byte(2)	Byte	%MB200		☑	☑	☑	16#04	
25	PL_Warning_System	Bool	%Q0.6		☑	☑	☑	FALSE	
26	Mode_Remote_On	Bool	%M13.0		☑	☑	☑	FALSE	
27	PL_Remote_Mode	Bool	%Q0.2		☑	☑	☑	FALSE	
28	Up_Stream	Real	%MD8		☑	☑	☑	217.0	
29	PL_Normal_Level	Bool	%M34.5		☑	☑	☑	TRUE	
30	PL_Warning_Level	Bool	%M34.7		☑	☑	☑	FALSE	
31	Pressure_Switch	Bool	%I2.3		☑	☑	☑	FALSE	
32	Oil_Sensor_Low	Bool	%I2.4		☑	☑	☑	TRUE	
33	Oil_Sensor_High	Bool	%I2.5		☑	☑	☑	FALSE	
34	Normal_Hydraulic_Oil	Bool	%M13.2		☑	☑	☑	TRUE	

ภาพที่ 4.6 หน้าต่าง PCL Tags ขณะทำการ Simulation

นอกจากนี้ยังออกแบบหน้าจอ HMI มาเพื่อทดสอบดูสถานะการทำงานและควบคุมการทำงานของระบบ



control sampad ▸ Main_PLC [CPU 1215C DC/DC/Rly] ▸ Program blocks ▸ test [DB34]

Keep actual values | Snapshot | Copy snapshots to start values | Load start values as actual values

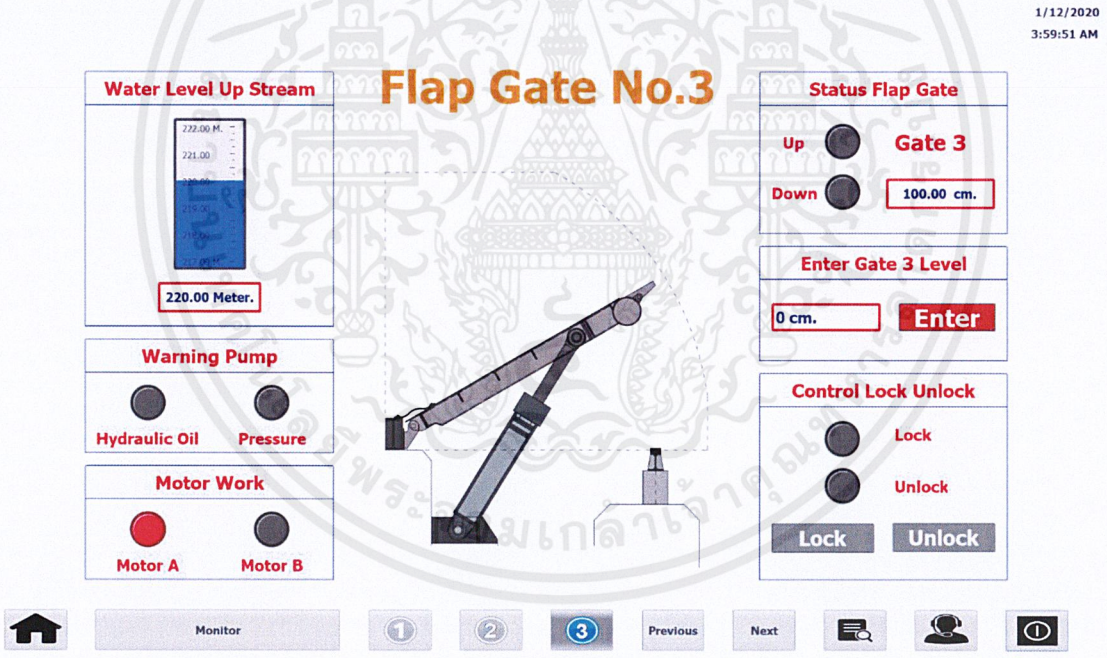
test

	Name	Data type	Start value	Monitor value	Retain	Accessible f...	Writa...	Visible in ...	Setpoint	Comment
1	Static									
2	test nsd level gate1	Int	2000	2000		☑	☑	☑		
3	test nsd level gate2	Int	2000	2000		☑	☑	☑		
4	test nsd level gate3	Int	2000	1000		☑	☑	☑		
5	test level water	Real	217.0	220.0		☑	☑	☑		
6	web_Enter_Lock	Bool	false	FALSE		☑	☑	☑		

ภาพที่ 4.7 Data Block Test ขณะที่ใช้ทดสอบโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.8 หน้าต่าง HMI Monitor ใช้สำหรับดูค่าสถานะต่าง ๆ

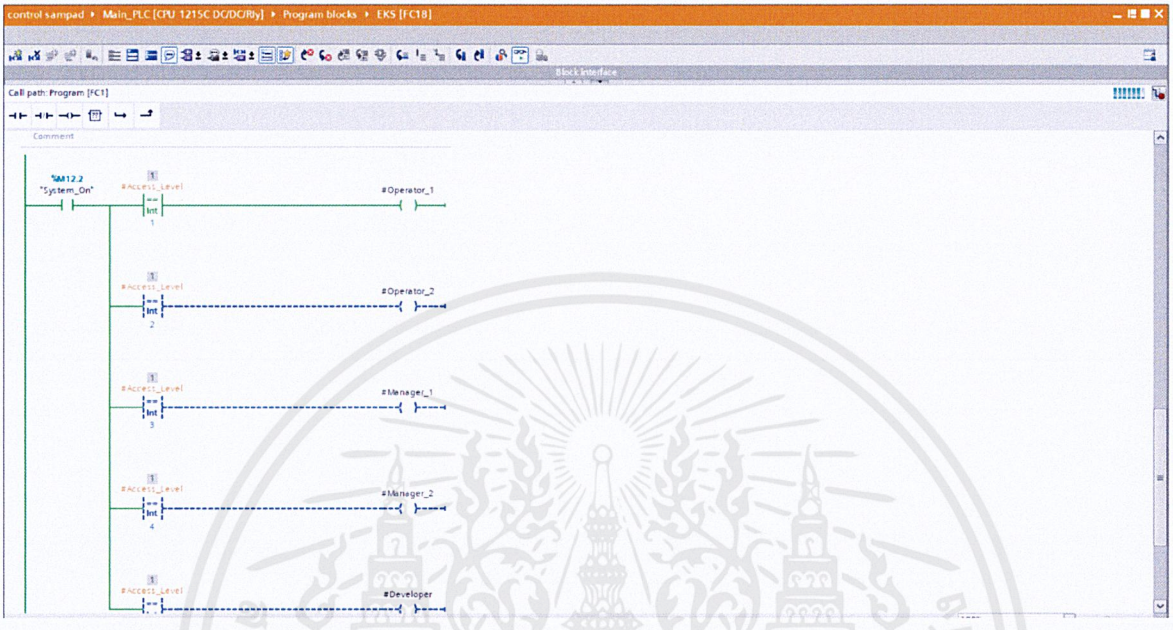


ภาพที่ 4.9 หน้าต่าง HMI Flap Gate Control ใช้สำหรับควบคุมการทำงานของบาน 3

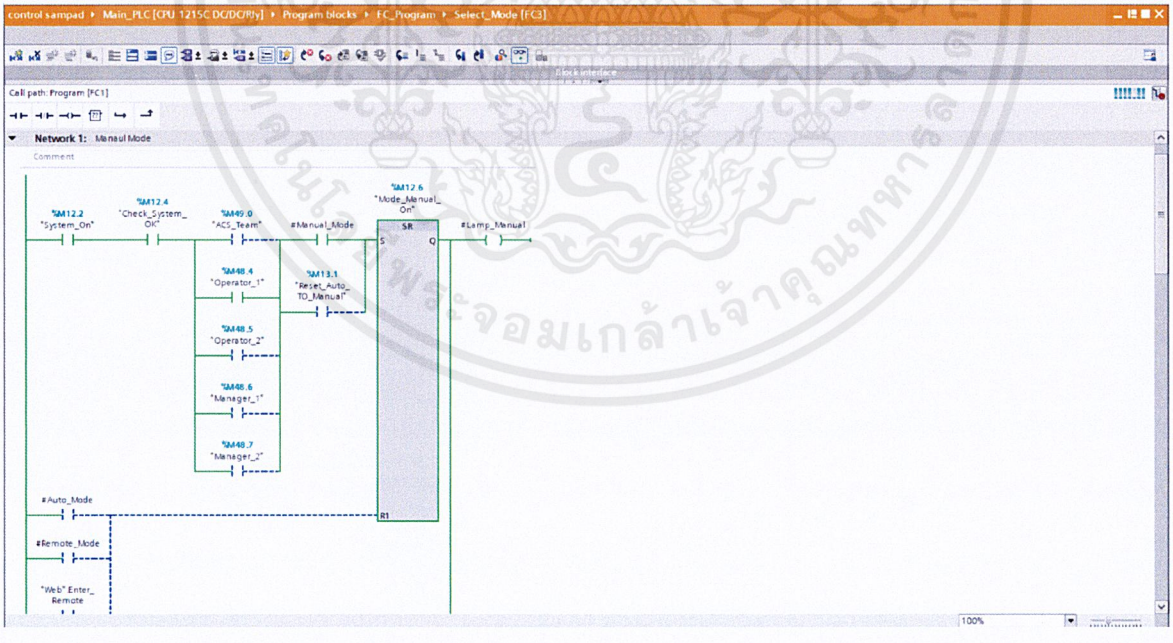
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดสอบการทำงานของ EKS (Electronic Key System) ร่วมกับ PLC

จากการกำหนดระดับการเข้าใช้งานและเขียนข้อมูลลงบน Electronic-Keys เมื่อนำไปใส่เครื่องอ่าน (Electronic Key Adapter) แล้วต่อเข้ากับ PLC ปรากฏว่าสามารถกำหนดผู้ใช้งานของโหมดการทำงานด้วยผู้ปฏิบัติการและแบบอัตโนมัติได้ ตามที่เขียนโปรแกรมไว้



ภาพที่ 4.10 หน้าต่างการ Simulation ขณะเสียบ Electronic-Key ของ Operator 1



ภาพที่ 4.11 หน้าต่างการ Simulation เมื่อ Operator 1 ทำงานในโหมด Manual

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานโปรเจคร่วมกับ บริษัท ออโตเมชั่น คอนโทรล ซีสเทมส์ กรุ๊ป จำกัด ในการจัดทำระบบควบคุมฝายพับได้แบบอัตโนมัติจะต้องใช้ความรู้หลายด้าน ตั้งแต่การออกแบบโต๊ะควบคุม ออกแบบตู้ไฟ และเขียนแบบทางไฟฟ้า โดยใช้โปรแกรม AutoCAD 2018 การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของฝายพับด้วย PLC โดยใช้โปรแกรม TIA Portal V14 ของทางบริษัท Siemens การใช้อุปกรณ์ Electronic-Key มาช่วยรักษาความปลอดภัยในการเข้าควบคุมระบบในโหมดควบคุมด้วยผู้ปฏิบัติการและโหมดควบคุมแบบอัตโนมัติ การใช้ Protocol ต่าง ๆ สำหรับเซนเซอร์บางตัว ความรู้ทางด้านการสื่อสาร (3G) ในการออกแบบหน้าเว็บไซต์และชุดข้อมูลสำหรับควบคุมการทำงานและดูค่าสถานะต่าง ๆ เพื่อส่งให้ทีมเว็บจัดทำและนำชุดข้อมูลมาลิงค์ผ่าน PLC ให้สามารถใช้งานในโหมดควบคุมจากระยะไกล นอกจากนั้นยังมีการ Wiring สายอุปกรณ์และสายสัญญาณของเซนเซอร์ต่าง ๆ รวมถึงการติดตั้งอุปกรณ์หน้างานทั้งหมด สำหรับในโครงงานนี้ได้จัดทำในส่วนของการออกแบบโต๊ะควบคุม ตู้ไฟ เขียนโปรแกรมควบคุม และการติดตั้งอุปกรณ์หน้างานบางส่วน เมื่องานทางด้านโยธาและแมคคานิค รวมถึงการทดสอบระบบเสร็จสมบูรณ์จะทำให้สามารถกักเก็บน้ำได้เพิ่มขึ้น สามารถสั่งการจากระยะไกลได้ และยังสามารถสังเกตการณ์จากระยะไกลผ่านกล้อง CCTV ทำให้ผู้ใช้งานเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายขึ้น ประหยัดเวลาในการเดินทางลดค่าใช้จ่าย ส่งผลให้การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.2 ปัญหาที่พบและวิธีการแก้ไขปัญหา

5.2.1 ปัญหาที่พบ

1. ความรู้และความชำนาญที่ไม่มากพอในการใช้งานฮาร์ดแวร์ เช่น Industrial PC, PLC, Electronic Key System และซอฟต์แวร์ เช่น โปรแกรม TIA Portal V14, Electronic Key Manager (EKM), AutoCAD 2018 เป็นต้น

2. แบบโต๊ะควบคุมที่ส่งให้ทางบริษัทที่จัดทำเกิดความผิดพลาดในการสื่อสารเมื่อมีการแก้ไขแบบจึงทำให้มีการเจาะขนาดรูสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ผิดพลาด

3. การเขียนโปรแกรมควบคุมระบบการทำงานของฝายพับ เกิดความผิดพลาดหลายครั้ง และไม่เป็นไปตามที่ต้องการ

5.2.2 วิธีการแก้ไขปัญหา

1. ศึกษาและฝึกฝนการใช้งานฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ให้เข้าใจ

2. ควรพูดคุยกับทางบริษัทที่จัดทำให้เข้าใจแบบกันทั้งสองฝ่ายก่อนที่จะเริ่มจัดทำ

3. ศึกษาการทำงานของระบบให้เข้าใจมากยิ่งขึ้นและปรึกษาสอบถามข้อมูลจากผู้ที่มีประสบการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

การจัดทำระบบควบคุมฝายพับได้แบบอัตโนมัติ จำเป็นต้องมีความเข้าใจการทำงานของระบบ ควรมีพื้นฐานในการเขียนแบบ การอ่านแบบ ความรู้ทางอุปกรณ์ไฟฟ้า การใช้งาน PCL ในการควบคุมการทำงาน ซึ่งเป็นพื้นฐานที่ดีในการออกแบบโต๊ะควบคุมและระบบควบคุมอัตโนมัติ ให้ทำงานได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน อีกสิ่งหนึ่งที่สำคัญคือการสังเกตและการวิเคราะห์ปัญหาเป็นสิ่งพื้นฐานที่ควรมี เนื่องจากเมื่อเกิดปัญหาที่โปรแกรม เช่น Bug ที่เกิดขึ้น รวมถึงการทำงานที่ผิดพลาด ควรหาสิ่งที่ผิดปกติแล้วนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ถูกจุดและมีประสิทธิภาพมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] **ฝาย (Weir)** เข้าถึงได้จาก :
www.mechanic.chiangraipao.go.th/9-uncategorised/91-ความรู้เกี่ยวกับฝาย

[2] **เอนโค้ดเดอร์ (Encoder)** เข้าถึงได้จาก :
http://pm.co.th/%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%AD%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%94/56ea83f7cfd0abc811611a79/IncrementEncoderต่างกับAbsoluteEncoderอย่างไร/

[3] **PLC** เข้าถึงได้จาก :
www.advance-electronic.com/blog/detail/113/th/PLC-คือ-อะไร.html

[4] **PLC** เข้าถึงได้จาก :
http://www.tatc.ac.th/files/0902050883921_1106010774824.pdf

[5] **PLC** เข้าถึงได้จาก :
http://anyflip.com/quay/dbcd/basic

[6] **รีดสวิตซ์ (Reed Switch)** เข้าถึงได้จาก :
http://phchitchai.wbvschool.net/archives/1402

[7] **ระบบไฮดรอลิก (Hydraulic)** เข้าถึงได้จาก :
http://www.thailandindustry.com/indust_newweb/articles_preview.php?cid=12831

[8] **ระบบไฮดรอลิก (Hydraulic)** เข้าถึงได้จาก :
http://www.yukonlubricants.com/hydraulic/

[9] **Hydrostatic Level Sensor** เข้าถึงได้จาก :
http://abkotec.blogspot.com/2017/02/hydrostatic-level-sensor.html

[10] **Industrial PC** เข้าถึงได้จาก :
http://www.wjtechnology.net/knowledge-detail.php?id=2206

[11] **Industrial PC** เข้าถึงได้จาก :
http://www.sixsolution.net//16751453/คอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม

[12] **สัญญาณอนาล็อกและสัญญาณดิจิตอล** เข้าถึงได้จาก :
http://www.wisco.co.th/main/book/export/html/258

[13] **Electronic Key System** เข้าถึงได้จาก :
https://www.euchner-usa.com/pdfs/manuals/EKS-Light.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้